

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาฟิสิกส์ 6 (ว 30205)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

จัดทำโดย

นางจิตติกานต์ เค้ามาก

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 6 (ว30205) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (ฟิสิกส์เพิ่มเติม) ประจำปีการศึกษา 2564. โรงเรียนสตรีศึกษา ของผู้เขียน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้ ตามสาระหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสตรีศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ฟิสิกส์อะตอม ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค รวม 80 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้เขียนได้ปรับให้สอดคล้องกับสภาพที่แท้จริง และยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้จะมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนและผู้ที่ต้องการศึกษาเพื่อใช้ในการเตรียมการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดเวลาในการเตรียมการจัดการเรียนรู้ของครู และช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพมากขึ้น

อนึ่งแผนการจัดการเรียนรู้เล่มนี้ยังมีข้อผิดพลาด บกพร่องหลายประการ หากมีข้อเสนอแนะประการใดผู้เขียนยินดีที่จะพิจารณาเสมอ และปรับปรุงให้ดีขึ้นในโอกาสต่อไป

.....
(นางฐิติกานต์ เค้ามาก)

การวิเคราะห์หลักสูตร

วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 6 รหัสวิชา ว.30205

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
1. อธิบายการเกิดและ ลักษณะเฉพาะของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไม่โพลาไรส์ แสง โพลาไรส์เชิงเส้น และ แผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และ หลักการทำงานของ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	• การเหนี่ยวนำต่อเนื่องระหว่าง สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ทำให้ เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกจาก แหล่งกำเนิด • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วย สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่ เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยสนามทั้ง สองมีทิศตั้งฉากกันและตั้งฉากกับ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น • แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง โดยแสงในชีวิตประจำวันเป็นแสงไม่ โพลาไรส์ เมื่อแสงนั้นผ่านแผ่นโพลา ไรซ์ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ใน ระนาบเดียวเรียกว่า แสงโพลาไรส์เชิง เส้นสมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาไรเซชัน • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมาย โดยความถี่นี้มีค่าต่อเนื่องกัน เป็นช่วงกว้าง เรียกว่า สเปกตรัมคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า • ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสี เอกซ์ เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่อง ระบุตำแหน่งบนพื้นโลก เครื่อง ถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์และ เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิด วิเคราะห์ - การ แก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
2. สืบค้น และอธิบาย การสื่อสารโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใน การส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการ สื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณ ดิจิทัล	- การสื่อสารเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ทำได้โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณสำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม - สัญญาณมีสองชนิดคือแอนะล็อกและดิจิทัลโดยการส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัลมีความพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา
3. อธิบายสมมติฐาน ของพลังค์ ทฤษฎี อะตอมของโบร์ และ การเกิดเส้นสเปกตรัม ของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่าพลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมพลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตาม สมการ $E = nhf$ - ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ - ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจน	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
4. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ	- ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์ - ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{max}}$ - การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
5. อธิบายทวิภาวะของคลื่น และอนุภาค รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความยาวคลื่น เดอบรอยล์	- การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของเดอบรอยล์ที่เสนอว่าอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาคตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ - จากความคิดของไอน์สไตน์และเดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้ดังกล่าวเรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา
6. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา	กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ออกมา มี 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
7. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียส กัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณจำนวนนิวเคลียส กัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต	- ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสี อัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพ ปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลงของจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี คำนวณได้จากสมการ $A = \lambda N$ - ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลายและครึ่งชีวิตคำนวณได้จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ และ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ตามลำดับ	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา
8. อธิบายแรงนิวเคลียร์เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	- ภายในนิวเคลียสมีแรงนิวเคลียร์ที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส - การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกันต้องใช้พลังงาน เท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน ตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$ - นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงจะมีเสถียรภาพดีกว่านิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนคำนวณได้จากสมการ $\frac{E}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}$	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
9. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้ง คำนวณพลังงานนิวเคลียร์	- ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ - ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมาก แตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่าส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น - พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา
10. อธิบายประโยชน์ของ พลังงานนิวเคลียร์ และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกัน รังสีในด้านต่าง ๆ	พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
11. อธิบายการ ค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์ อนุภาค แบบจำลอง มาตรฐาน และการใช้ ประโยชน์จากการ ค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์ อนุภาคในด้านต่าง ๆ	• การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงพบว่า โปรตอนและนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มีขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ด้วยแรงเข้ม • นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้มซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อน ซึ่งได้แก่ W - โบซอน และ Z - โบซอน • อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็นอนุภาคมูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน • แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน • การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาคในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีระนาบด้วยการปล่อยโพซิตรอนในการวินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการรักษาความปลอดภัย มีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิต่อภายในสนามบิน	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ว30205 รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 5
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ฟิสิกส์อะตอม สมมติฐานของพลังค์และทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค เสถียรภาพของนิวเคลียส กัมมันตภาพรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์และพลังงานนิวเคลียร์ ประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากรังสี และฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ให้ผู้เรียนได้มีการสืบค้นข้อมูล การสืบเสาะความรู้ สำรวจตรวจสอบ ทดลอง อภิปราย อธิบาย สรุปและ แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไม่โพลาไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้น และแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
2. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล
3. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะ
5. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์
6. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา
7. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต
8. อธิบายแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
9. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์
10. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ
11. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐาน และการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในด้านต่าง ๆ

รวม 11 ผลการเรียนรู้

การวิเคราะห์หลักสูตร

วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์ 6 รหัสวิชา ว.30205

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
1. อธิบายการเกิดและ ลักษณะเฉพาะของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไม่โพลาไรส์ แสง โพลาไรส์เชิงเส้น และ แผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และ หลักการทำงานของ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	• การเหนี่ยวนำต่อเนื่องระหว่าง สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ทำให้ เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกจาก แหล่งกำเนิด • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วย สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่ เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยสนามทั้งสอง มีทิศตั้งฉากกันและตั้งฉากกับ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น • แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง โดยแสงในชีวิตประจำวันเป็นแสงไม่ โพลาไรส์ เมื่อแสงนั้นผ่านแผ่นโพลา ไรซ์ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ใน ระนาบเดียวเรียกว่า แสงโพลาไรส์เชิง เส้นสมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาไรเซชัน • คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมาย โดยความถี่นี้มีค่าต่อเนื่องกัน เป็นช่วงกว้าง เรียกว่า สเปกตรัมคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า • ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสี เอกซ์ เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่อง ระบุตำแหน่งบนพื้นโลก เครื่อง ถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์และ เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิด วิเคราะห์ - การ แก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
2. สืบค้น และอธิบาย การสื่อสารโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใน การส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการ สื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณ ดิจิทัล	- การสื่อสารเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ทำได้โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณสำหรับส่งไปยังปลายทางซึ่งจะมีการแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม - สัญญาณมีสองชนิดคือแอนะล็อกและดิจิทัลโดยการส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัลมีความพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก	- อธิบาย - คำนวน	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา
3. อธิบายสมมติฐาน ของพลังค์ ทฤษฎี อะตอมของโบร์ และ การเกิดเส้นสเปกตรัม ของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณ ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่าพลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมพลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตาม สมการ $E = nhf$ - ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้ - ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจน	- อธิบาย - คำนวน - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
4. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ	- ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง และพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์ - ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{max}}$ - การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
5. อธิบายทวิภาวะของคลื่น และอนุภาค รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความยาวคลื่น เดอบรอยล์	- การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของเดอบรอยล์ที่เสนอว่าอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาคตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ - จากความคิดของไอน์สไตน์และเดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้ดังกล่าวเรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา
6. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา	กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ออกมา มี 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
7. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียส กัมมันตรังสี รวมทั้ง ทดลอง อธิบายและ คำนวณจำนวนนิวเคลียส กัมมันตภาพรังสีที่เหลือ จากการสลาย และครึ่งชีวิต	- ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสี อัตราการแผ่รังสีออกมาใน หนึ่งวินาที เรียกว่า กัมมันตภาพ ปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลง ของจำนวนนิวเคลียสของธาตุ กัมมันตรังสี คำนวณได้จากสมการ $A = \lambda N$ - ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลง เหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยจำนวน นิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือ จากการสลายและครึ่งชีวิตคำนวณ ได้จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ และ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ตามลำดับ	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิด วิเคราะห์ - การ แก้ปัญหา
8. อธิบายแรงนิวเคลียร์ เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	- ภายในนิวเคลียสมีแรงนิวเคลียร์ที่ ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส - การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียส แยกออกจากกันต้องใช้พลังงาน เท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวซึ่ง คำนวณได้จากความสัมพันธ์ ระหว่างมวลและพลังงาน ตาม สมการ $E = (\Delta m)c^2$ - นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยว ต่อนิวคลีออนสูงจะมีเสถียรภาพ ดีกว่านิวเคลียสที่มีพลังงานยึด เหนี่ยวต่อนิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยวต่อ นิวคลีออนคำนวณได้จากสมการ $\frac{E}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}$	- อธิบาย - คำนวณ	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิด วิเคราะห์ - การ แก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
9. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้ง คำนวณพลังงานนิวเคลียร์	- ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ - ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมาก แตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่าส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น - พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา
10. อธิบายประโยชน์ของ พลังงานนิวเคลียร์ และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกัน รังสีในด้านต่าง ๆ	พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

ผลการเรียนรู้	ความรู้/สาระการเรียนรู้ (K)	ทักษะกระบวนการ ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (P)	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (A)	สมรรถนะ ที่สำคัญ (C)
11. อธิบายการ ค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์ อนุภาค แบบจำลอง มาตรฐาน และการใช้ ประโยชน์จากการ ค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์ อนุภาคในด้านต่าง ๆ	• การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงพบว่า โปรตอนและนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มีขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ด้วยแรงเข้ม • นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้มซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อน ซึ่งได้แก่ W - โบซอน และ Z - โบซอน • อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็นอนุภาคมูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน • แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน • การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาคในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีระนาบด้วยการปล่อยโพซิตรอนในการวินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการรักษาความปลอดภัย มีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิต่อภายในสนามบิน	- อธิบาย - คำนวณ - ทดลอง	- ใฝ่เรียนรู้ - มีวินัย	- การคิดวิเคราะห์ - การแก้ปัญหา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 2 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รวม 14 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสารรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

7. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ แสงโพลาไรส์เชิงเส้นและแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

การเหนี่ยวนำต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกจากแหล่งกำเนิด

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยสนามทั้งสองมีทิศตั้งฉากกันและตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. จำแนกลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ากล่าวคือ สนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ในขณะเดียวกันสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลง

ตามเวลาก็ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงประกอบด้วย สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทั้งสองสนามมีทิศทางตั้งฉากกันและตั้งฉากกับทิศทางของความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวางที่ไม่อาศัยตัวกลาง สามารถแผ่ออกไปได้ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วแสงหรือประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที และมีอัตราเร็วน้อยลงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง โดยจะมีอัตราเร็วไม่เท่ากันในตัวกลางต่าง ๆ ขึ้นกับตัวกลางและชนิดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่อต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเข้ากับสายอากาศที่ประกอบด้วยท่อนโลหะที่อยู่ในแนวตั้ง อิเล็กตรอนในสายอากาศจะเคลื่อนที่กลับไปมาด้วยความเร่งในแนวตั้ง ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกรอบสายอากาศทุกทิศทาง ยกเว้นทิศทางที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับสายอากาศ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูทบทวนเรื่องคลื่นว่าหากจัดประเภทคลื่นโดยใช้ตัวกลางเป็นเกณฑ์ จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ คลื่นกล ต้องอาศัยตัวกลาง และ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
2. ครูให้นักเรียนดูภาพเสาอากาศที่ใช้ส่งวิทยุกระจายเสียงหรือใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ และถามว่า การสื่อสารโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่มีหลักการทำงานอย่างไร เหมือนกับการกระจายสัญญาณเสียงของสถานีวิทยุหรือไม่ (แนวคำตอบ : การสื่อสารโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และการกระจายสัญญาณเสียงของสถานีวิทยุ อาศัยคลื่นวิทยุซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งสารสนเทศจากผู้ส่งไปยังผู้รับ)

ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูถามนักเรียนว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร และส่งผ่านพลังงานออกไปโดยไม่อาศัยตัวกลางได้อย่างไร ครูให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยการสืบค้นจากสื่อในหนังสือเรียนและสื่อจากอินเทอร์เน็ต
2. ครูนำอภิปรายทบทวนความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า จากนั้นถามนักเรียนว่าถ้ามีการเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันระหว่างสนามแม่เหล็กกับสนามไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เกี่ยวข้องกับการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างไร
3. ครูให้นักเรียนสืบค้นและศึกษาแนวคิดของแมกซ์เวลล์ และให้ร่วมกันอภิปรายถึงหลักการแนวคิดของแมกซ์เวลล์

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

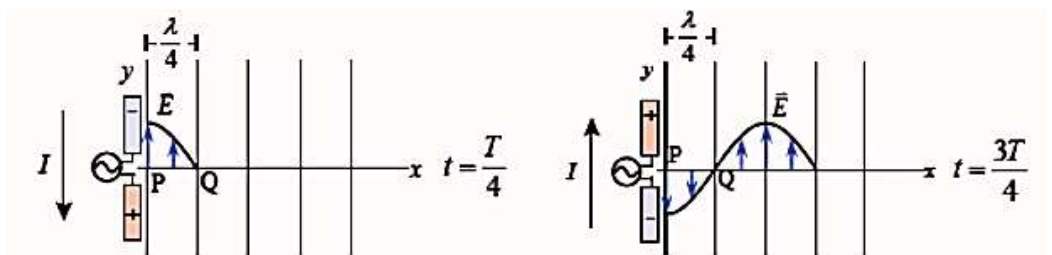
1. หลังจากการสืบค้น ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า สนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาทำให้เกิดสนามไฟฟ้า การเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันนี้ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกไปด้วยอัตราเร็ว 3×10^8 เมตรต่อวินาที
2. ครูใช้รูป 18.1 ในหนังสือเรียน นำอภิปรายตัวอย่างการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสายอากาศ จนสรุปได้ว่า มีอิเล็กตรอนในสายอากาศเคลื่อนที่กลับไปมาด้วยความเร่งในแนวตั้ง ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาด้วย เกิดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกรอบสายอากาศทุกทิศทางในแนวรัศมี ยกเว้นในแนวตั้งซึ่งเป็นแนวเส้นตรงเดียวกับสายอากาศ

3. ครูนำอภิปรายทบทวนความรู้เกี่ยวกับสนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้า และสนามแม่เหล็กของกระแสไฟฟ้า จากนั้นนำอภิปรายเกี่ยวกับการแผ่สนามไฟฟ้าของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังรูป 18.2 และการแผ่สนามแม่เหล็กของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังรูป 18.3 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน จนสรุปได้ว่าการต่อสายอากาศกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับข้างต้น ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า เกิดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกจากสายอากาศ การเปลี่ยนแปลงสนามทั้งสองมีเฟสตรงกัน กล่าวคือมีค่าเป็นศูนย์พร้อมกัน และมีค่าสูงสุดพร้อมกัน
4. ครูใช้รูป 18.4 นำอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางของสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็กและทิศทางความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จนสรุปได้ว่าทิศทางของความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหาได้โดยใช้มือขวา ชี้นิ้วทั้งสี่ไปตามทิศทางของสนามไฟฟ้า จากนั้นนิ้วทั้งสี่ไปหาทิศทางของสนามแม่เหล็ก นิ้วหัวแม่มือจะชี้ทิศทางของความเร็ว ดังนั้นทิศทางสนามไฟฟ้าและทิศทางสนามแม่เหล็กตั้งฉากกับทิศทางความเร็ว คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงเป็นคลื่นตามขวาง
5. หลังจากการศึกษาทั้งหมด ครูสุ่มนักเรียนสรุปการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่องระหว่างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า กล่าวคือ สนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก ในขณะเดียวกัน สนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาก็ทำให้เกิดสนามไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงประกอบด้วย สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยทั้งสองสนามมีทิศทางตั้งฉากกันและตั้งฉากกับทิศทางของความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวางที่ไม่อาศัยตัวกลาง สามารถแผ่ออกไปได้ในสุญญากาศด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วแสงหรือประมาณ 3×10^8 เมตรต่อวินาที และมีอัตราเร็วไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง โดยจะมีอัตราเร็วไม่เท่ากันในตัวกลางต่าง ๆ ขึ้นกับตัวกลางและชนิดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเข้ากับสายอากาศที่ประกอบด้วยท่อนโลหะที่อยู่ในแนวตั้งอิเล็กตรอนในสายอากาศจะเคลื่อนที่กลับไปมาด้วยความเร่งในแนวตั้ง ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกรอบสายอากาศทุกทิศทาง ยกเว้นทิศทางที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับสายอากาศ

ขั้นขยายความรู้

1. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการพิจารณากระแสไฟฟ้าในสายอากาศและสนามไฟฟ้าที่แผ่ออกจากสายอากาศเมื่อต่อสายอากาศกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนี้



ทิศทางกระแสไฟฟ้าในตัวนำมีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้าในตัวนำ แต่จากรูป ก. และ

รูป ข. จะสังเกตเห็นว่าทิศทางของกระแสไฟฟ้า I มีทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า E ที่แผ่ออกจากตัวนำที่ตำแหน่ง P ทั้งนี้เนื่องจากกระแสไฟฟ้าในสายอากาศ เกิดจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจากรูป 18.3 ก. กระแสไฟฟ้า I มีทิศทางลง ทำให้โลหะท่อนล่างมีประจุบวก ขณะที่โลหะท่อนบนมีประจุลบ ที่ตำแหน่ง P ใกล้สายอากาศ จึงเกิดสนามไฟฟ้า E แผ่ออกภายนอกสายอากาศมีทิศทางขึ้น จากรูป ข. พิจารณาได้ในทำนองเดียวกัน กระแสไฟฟ้า I มีทิศทางขึ้น สนามไฟฟ้า E ที่ตำแหน่ง P มีทิศทางลง เนื่องจากแหล่งกำเนิดเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจึงทำให้การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสายอากาศมีลักษณะเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่นกลับไปกลับมา

ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.1

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ภาพเสาอากาศที่ใช้ส่งวิทยุกระจายเสียงหรือใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.1 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.1 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. จำแนกลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.1 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.1 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.1 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 70

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.1

1. ขณะที่มีการเสไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าที่ต่อระหว่างแบตเตอรี่กับหลอดไฟฟ้าจะเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกมาจากสายไฟฟ้านั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

2. ชายคนหนึ่งอยู่ที่เส้นศูนย์สูตรของโลก ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ขนานกับพื้นไปทางทิศเหนือ และตรวจพบว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกไปนั้นมีการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าอยู่ในแนวทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กจะอยู่ในแนวใด

.....

.....

.....

.....

3. จงระบุความแตกต่างระหว่างคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

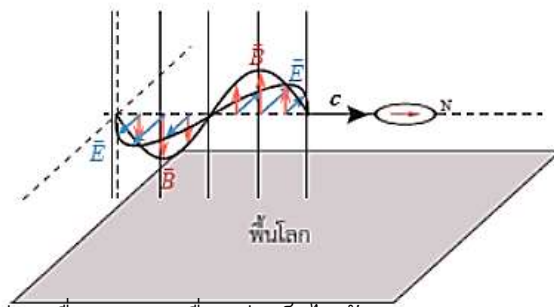
เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.1

1. ขณะที่กระแสไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างแบตเตอรี่กับหลอดไฟฟ้าจะเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกมาจากสายไฟฟ้านั้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ ไม่เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกมาจากสายไฟฟ้า เพราะกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ผ่านสายไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งมีค่าคงตัว จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

2. ชายคนหนึ่งอยู่ที่เส้นศูนย์สูตรของโลก ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ขนานกับพื้นไปทางทิศเหนือ และตรวจพบว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกไปนั้นมีการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าอยู่ในแนวทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กจะอยู่ในแนวใด

ตอบ การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กอยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้น ดังรูป ซึ่งหาได้โดยใช้มือขวา



3. จงระบุความแตกต่างระหว่างคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ตอบ คลื่นกลส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลาง แต่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผ่านพลังงานโดยไม่อาศัยตัวกลาง

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 2 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รวม 14 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสารรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

7. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ แสงโพลาไรส์เชิงเส้นและแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมาย โดยความถี่นี้มีค่าต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้าง เรียกว่าสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. นำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่าง ๆ มากมายต่อเนื่องกันเป็นช่วงกว้าง เรียกรวมกันว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วย คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรด แสง รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา ในปัจจุบันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละชนิดถูกนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

3. ครูถามนักเรียนว่า นอกจากแสงยังมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดอีกบ้าง แต่ละชนิดแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ : คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีหลายชนิด เช่น แสง คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ รังสีเอกซ์และรังสีแกมมา แต่ละชนิดแตกต่างกันขึ้นกับความถี่)
4. ครูถามนักเรียนว่า การเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบจะเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกไปที่ลูกคลื่น ใช้เวลากี่คาบ (แนวคำตอบ : เป็นไปตามความสัมพันธ์อัตราเร็ว ความยาวคลื่น และความถี่ ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เช่นเดียวกับคลื่นกล ตามสมการ $v = f\lambda$)

ขั้นสำรวจและค้นหา

4. ครูให้นักเรียนศึกษา รูปที่ 18.5 และนำอภิปรายจนสรุปได้ว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่อเนื่องเป็นช่วงกว้าง ประกอบด้วยแต่ละช่วงความถี่ที่มีชื่อเรียกแตกต่าง เรียกรวมกันว่าสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยพลังงานของคลื่นจะขึ้นอยู่กับความถี่ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงจะมีพลังงานสูง จากนั้นครูถามว่าคลื่นแต่ละความถี่นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร
5. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 7 กลุ่ม ศึกษา สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรด แสง รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา และให้นำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

6. ครูให้นักเรียนนำเสนอสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ดังนี้

1.1 คลื่นวิทยุ

คลื่นวิทยุสามารถใช้สารสนเทศได้ทั้งเสียงและภาพ โดยแปลงเสียงหรือภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วผสมสัญญาณไฟฟ้ากับคลื่นวิทยุเป็นคลื่นผสม จากนั้นส่งสัญญาณคลื่นผสมเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีส่งไปยังผู้รับ

สายอากาศเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องส่ง และสายอากาศยังรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเข้าเครื่องรับ สายอากาศต้องออกแบบมาให้เหมาะสมกับการรับ-ส่งคลื่นวิทยุความถี่ช่วงใดช่วงหนึ่งได้ ระบบการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุและโทรทัศน์ในปัจจุบัน มีสายอากาศหลายรูปแบบ เช่น เป็นเส้นตรง เส้นโค้ง จาน พาราโบลา ขึ้นอยู่กับประเภทของการสื่อสาร สายอากาศของเครื่องรับวิทยุที่ใช้กันทั่วไปมีหลายแบบ เช่น แบบเส้นตรง แบบทำเป็นบ่วง สายอากาศแบบเส้นตรงจะรับสนามไฟฟ้าของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สายอากาศชนิดนี้จะรับสัญญาณวิทยุได้ดีที่สุดเมื่อสายอากาศอยู่ในแนวขนานกับสนามไฟฟ้าของคลื่นวิทยุที่เข้ามา ส่วนสายอากาศแบบบ่วงจะรับสัญญาณสนามแม่เหล็กของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สายอากาศชนิดนี้จะรับสัญญาณวิทยุได้ดีที่สุดเมื่อระนาบบ่วงของสายอากาศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กของคลื่นวิทยุที่เข้ามา

ความยาวสายอากาศจะขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นวิทยุ จึงต้องผสมสัญญาณไฟฟ้าของเสียงเข้ากับคลื่นวิทยุ เรียกว่า การมอดูเลต เหตุที่ไม่ใช้คลื่นวิทยุที่มีความถี่ต่ำเพราะว่าถ้าใช้คลื่นวิทยุที่มีความถี่ต่ำ จะมีความยาวคลื่นมาก ทำให้ต้องใช้สายอากาศที่ยาวมาก ตาม

สมการ $\lambda = \frac{v}{f}$ เช่น ถ้าใช้ช่วงความถี่ 1000 Hz สายอากาศจะต้องส่ง-รับคลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น 300 km ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{v}{f} \\ \lambda &= \frac{3 \times 10^8}{1000} \\ &= 3 \times 10^5 \text{ m} \\ &= 300 \text{ km}\end{aligned}$$

หมายความว่า สายอากาศของทั้งเครื่องส่งและเครื่องรับ จะต้องมีความยาวมาก ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะทำสายอากาศมีความยาวขนาดนั้น แต่ถ้าใช้คลื่นวิทยุที่มีความถี่สูง เช่น 107 เอิร์ตซ์ ซึ่งมีความยาวคลื่น 30 เมตร สามารถทำสายอากาศส่ง – รับ คลื่นที่มีความยาวคลื่นขนาดนี้ได้

บรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์เป็นบรรยากาศชั้นที่โมเลกุลของอากาศอยู่ในสภาพแตกตัวเป็นไอออน ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าอิสระมากมาย เมื่อคลื่นวิทยุที่ส่งจากพื้น โลกกระทบบรรยากาศชั้นนี้ สนามไฟฟ้าจากคลื่นวิทยุจะส่งแรงกระทำกับประจุ ทำให้ประจุอิสระเหล่านั้นสั่นไปมาเนื่องจากดูดกลืนพลังงานไว้ ผลของการสั่นของประจุไฟฟ้าทำให้เกิดคลื่นวิทยุที่มีความถี่สูง จึงปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาโดยมีความถี่เท่ากัน จึงมีผลเหมือนกับว่าคลื่นวิทยุขึ้นไปบนชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์แล้วสะท้อนกลับลงมา

1.2 ไมโครเวฟ

เตาไมโครเวฟจะผลิตคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ไมโครเวฟออกมา โดยความถี่ของคลื่นดังกล่าวจะพอเหมาะให้โมเลกุลของน้ำสั่น จนทำให้น้ำที่เป็นส่วนประกอบของอาหารอุณหภูมิสูงขึ้นจนเดือดได้ ตัวอย่างของการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงไมโครเวฟไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น การส่งสัญญาณเสียงและภาพ ระบบเรดาร์ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

ข้อควรระวังในการใช้เตาไมโครเวฟ ห้ามนำโลหะเข้าไปในเตาไมโครเวฟ เพราะโลหะจะไปทำให้ไมโครเวฟที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดคลื่น เกิดการสะท้อนกลับ ทำให้แหล่งกำเนิดคลื่นเกิดความเสียหายได้นอกจากนี้ถ้าโลหะมีลักษณะบางหรือมีปลายแหลม อาจหลอมละลายและทำให้เกิดประกายไฟขึ้นในเตาไมโครเวฟ

เรดาร์ เป็นการตรวจหาตำแหน่งของวัตถุโดยวิธีส่งไมโครเวฟออกไป ในลักษณะเป็นคลื่นตลประมาณ 200 ถึง 300 ครั้ง ภายใน 1 วินาที ในทิศทางที่ต้องการตรวจสอบ เมื่อคลื่นกระทบวัตถุสะท้อนกลับมามีจะทำให้ทราบตำแหน่งและความเร็วของวัตถุได้ ตัวอย่างการใช้งานเรดาร์ เช่น ใช้ในการควบคุมการจราจรทางอากาศ การหาตำแหน่งของเรือ รวมทั้งการตรวจสอบสภาพอากาศ

1.3 รังสีใต้แดงหรือรังสีอินฟราเรด

รังสีอินฟราเรดมีความยาวคลื่นมากกว่าแสงสีแดง มีพลังงานต่ำกว่าแสง มักนำไปใช้ในการถ่ายภาพหรือวัดทัศนในเวลากลางคืน เช่น กล้องถ่ายภาพในที่มืดหรือกล้องวงจรปิด หรือภาพถ่ายการคัดกรองผู้ป่วยเมื่อเข้าประเทศด้วยกล้องอินฟราเรด

ร่างกายมนุษย์มีอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส จึงสามารถแผ่คลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้าในรูปของรังสีอินฟราเรด การใช้ infrared thermometer วัดอุณหภูมิของร่างกายได้โดยไม่ต้องให้เครื่องวัดสัมผัสกับร่างกาย การวัดอุณหภูมิวิธีเช่นนี้มีข้อดี คือ ไม่มีการทำให้เครื่องวัดปนเปื้อนสิ่งสกปรก ต่างจากการใช้เทอร์มอมิเตอร์ที่ต้องสัมผัสร่างกาย

การอ่านข้อมูลของแผ่นซีดีในช่วงแรกใช้อินฟราเรด โดยมี infrared laser diode เป็นตัวส่งรังสีอินฟราเรดความเข้มสูงไปกระทบผิวหน้าของแผ่นซีดีจากนั้นจะมี infrared photodiode เป็นตัวอ่านสัญญาณอินฟราเรดที่สะท้อนมา ทำให้ทราบรหัส 0 หรือ 1 ที่บันทึกบนแผ่นซีดี

สำหรับการบันทึก จะใช้ infrared laser diode กำลังสูง ทำให้เกิดรอยรหัส 0 หรือ 1 บนแผ่นซีดี

1.4 แสง

เป็นการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในบางส่วนของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า คำนี้ปกติหมายถึง แสงที่มองเห็นได้ ซึ่งตามนุษย์มองเห็นได้และทำให้เกิดสัมผัสการรับรู้ภาพ แสงที่มองเห็นได้ปกตินิยามว่ามีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400–700 นาโนเมตร ระหว่างอินฟราเรด (ที่มีความยาวคลื่นมากกว่าและมีคลื่นกว้างกว่านี้) และอัลตราไวโอเล็ต (ที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่าและมีคลื่นแคบกว่านี้) ความยาวคลื่นนี้หมายถึงความถี่ช่วงประมาณ 430–750 เทระเฮิรตซ์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงหลักบนโลก แสงอาทิตย์ให้พลังงานซึ่งพืชสีเขียวใช้ผลิตน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ในรูปของแป้ง ซึ่งปลดปล่อยพลังงานแก่สิ่งมีชีวิตที่ย่อยมัน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ให้พลังงานแทบทั้งหมดที่สิ่งมีชีวิตใช้ ในอดีต แหล่งสำคัญของแสงอีกแหล่งหนึ่งสำหรับมนุษย์คือไฟ ตั้งแต่แคมป์ไฟโบราณจนถึงตะเกียงเคโรซีนสมัยใหม่ ด้วยการพัฒนาหลอดไฟฟ้าและระบบพลังงาน การให้แสงสว่างด้วยไฟฟ้าได้แทนแสงไฟ สัตว์บางชนิดผลิตแสงไฟของตนเอง เป็นกระบวนการที่เรียก การเรืองแสงทางชีวภาพ

คุณสมบัติปฐมภูมิของแสงที่มองเห็นได้ คือ ความเข้ม ทิศทางการแผ่ สเปกตรัม ความถี่หรือความยาวคลื่น และโพลาไรเซชัน (polarization) ส่วนความเร็วในสุญญากาศของแสง 299,792,458 เมตรต่อวินาที เป็นค่าคงตัวมูลฐานหนึ่งของธรรมชาติ

1.5 รังสีเหนือม่วงหรือรังสีอัลตราไวโอเล็ต

รังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นรังสีที่ตามองไม่เห็น และแสงสีม่วงที่มองเห็นจากหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ต ไม่ใช่รังสีอัลตราไวโอเล็ต

รังสีอัลตราไวโอเล็ตโดยทั่วไปที่ได้จากแสงอาทิตย์มีความยาวคลื่นประมาณ 100 nm - 400 nm ซึ่งเป็นรังสีที่มีผลต่อผิวหนังของมนุษย์มากที่สุด ปริมาณรังสีที่ได้รับมากเกินไปจะทำให้ผิวหนังมีสีคล้ำขึ้น นอกจากนี้ยังทำลายเนื้อเยื่อคอลลาเจนและอีลาสติก เป็นเหตุให้เกิดริ้วรอยเหี่ยวย่นหรือผิวแก่ก่อนวัย

ธนาคารพาณิชย์จะใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตช่วยในการตรวจสอบลายมือชื่อในสมุดบัญชีธนาคาร ถ้าลายมือชื่อนั้นมีการขีดข่วนหรือลบ รังสีอัลตราไวโอเล็ตจะช่วยให้เห็นร่องรอยเหล่านั้นชัดเจนขึ้น ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้โดยตรง แต่รังสีที่ไปกระทบกระดาษจะถ่ายโอนพลังงานทำให้กระดาษเรืองแสงขึ้น

1.6 รังสีเอกซ์

รังสีเอกซ์ (X-ray) เป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นในช่วง 10 ถึง 0.01 นาโนเมตร ตรงกับความถี่ในช่วง 30 ถึง 30,000 เพตะเฮิร์ตซ์ (10¹⁵ เฮิร์ตซ์) ในเบื้องต้นมีการใช้รังสีเอกซ์สำหรับถ่ายภาพเพื่อการวินิจฉัยโรค และงานผลึกศาสตร์ (crystallography) รังสีเอกซ์เป็นการแผ่รังสีแบบแตกตัวเป็นไอออน และมีอันตรายต่อมนุษย์ รังสีเอกซ์ค้นพบโดยวิลเฮล์ม คอนราด เรินต์เกน เมื่อ ค.ศ. 1895

ทฤษฎีอิเล็กตรอนสมัยปัจจุบัน อธิบายถึงการเกิดรังสีเอกซ์ว่า ธาตุประกอบด้วยอะตอมจำนวนมากในอะตอมแต่ละตัวมีนิวเคลียสเป็นใจกลาง และมีอิเล็กตรอนวิ่งวนเป็นชั้น ๆ ธาตุเบาจะมีอิเล็กตรอนวิ่งวนอยู่น้อยชั้น และธาตุหนักจะมีอิเล็กตรอนวิ่งวนอยู่หลายชั้น เมื่ออะตอมธาตุหนักถูกยิงด้วยกระแสอิเล็กตรอน จะทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่ชั้นในถูกชนกระเด็นออกมาวิ่งวนอยู่รอบนอกซึ่งมีภาวะไม่เสถียรและจะหลุดตกไปวิ่งวนอยู่ชั้นในอีก พร้อมกับปล่อยพลังงานออกในรูปรังสี ถ้าอิเล็กตรอนที่ยิงเข้าไปมีพลังงานมาก ก็จะเข้าไปชนอิเล็กตรอนในชั้นลึก ๆ ทำให้ได้รังสีที่มีพลังงานมาก เรียกว่า ฮาร์ดเอกซเรย์ (hard x-ray) ถ้าอิเล็กตรอนที่ยิงยังมีพลังงานน้อยเข้าไปได้ไม่ลึกนัก จะให้รังสีที่เรียกว่า ซอฟต์เอกซเรย์ (soft x-ray)

กระบวนการเกิดหรือการผลิตรังสีเอกซ์ทั้งโดยฝีมือมนุษย์และในธรรมชาติ มีอยู่ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1. เป็นวิธีผลิตรังสีเอกซ์โดยการยิงลำอนุภาคอิเล็กตรอนใส่แผ่นโลหะ เช่น ทังสเตน อิเล็กตรอน ที่เป็นกระสุนจะวิ่งไปชนอิเล็กตรอนของอะตอมโลหะที่เป็นเป้า ทำให้อิเล็กตรอนที่ถูกชนเปลี่ยนตำแหน่ง การโคจรรอบนิวเคลียส เกิดตำแหน่งที่ว่างของอิเล็กตรอนในวงโคจรรอบนิวเคลียสเดิม อิเล็กตรอนตัวอื่นที่ อยู่ในตำแหน่งวงโคจรมีพลังงานสูงกว่า จะกระโดดเข้าไปแทนที่ของอิเล็กตรอนเดิมแล้วปล่อยพลังงานออก มาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือ รังสีเอกซ์ เครื่องฉายรังสีเอกซ์ที่ใช้งานกันทั่วไปในโรงพยาบาลและในโรงงานอุตสาหกรรม ล้วนเป็นเครื่องผลิต รังสีเอกซ์จากวิธีการนี้
2. เป็นวิธีผลิต หรือ กำเนิดรังสีเอกซ์จากการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า เช่น อิเล็กตรอน โปรตอนหรืออะตอม อย่างมีความเร่ง คือ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเหล่านี้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงขึ้นแล้วก็เปลี่ยน ธรรมชาติของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเหล่านี้เอง ที่ต้องปล่อยพลังงานออกมาในรูปของ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อย่างที่ไม่มียอะไรไปห้ามได้ ซึ่งถ้าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกปล่อยออกมามีความถี่สูงพอก็จะเป็นรังสีเอกซ์

1.7 รังสีแกมมา

รังสีแกมมา (Gamma radiation หรือ Gamma ray) มีสัญลักษณ์เป็นตัวอักษร กรีกว่า γ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีช่วงความยาวคลื่นสั้นกว่ารังสีเอกซ์ โดยมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 10⁻¹³ ถึง 10⁻¹⁷ หรือคลื่นที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 10⁻¹³ นั่นเอง รังสีแกมมามีความถี่สูงมาก ดังนั้นมันจึงประกอบด้วยโฟตอนพลังงานสูงหลายตัว รังสีแกมมาเป็นการแผ่รังสีแบบ ionization มันจึงมีอันตรายต่อชีวภาพ รังสีแกมมาถือเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานสูงที่สุดในบรรดาคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ที่เหลือทั้งหมด การสลายให้รังสีแกมมาเป็น การสลายของนิวเคลียสของอะตอมในขณะที่มีการเปลี่ยนสถานะจากสถานะพลังงานสูงไปเป็นสถานะที่ต่ำกว่า แต่ก็อาจเกิดจาก

กระบวนการอื่น

ในปัจจุบันถึงแม้ว่ารังสีแกมมาจะไม่เป็นที่รู้จักและใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วไปในปัจจุบัน เหมือนอย่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ ที่คนทั่วไปมักรู้จักกันดี เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ หรือแม้แต่รังสีเอกซ์ ที่มีความคล้ายคลึงกับรังสีแกมมาที่สุดแล้ว เนื่องจากการใช้ประโยชน์ของรังสีแกมมา ไม่ค่อยได้เข้ามามีบทบาทชีวิตประจำวันของผู้คนเท่าไร ส่วนใหญ่มักจะใช้ในงานวิจัยและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ไม่ค่อยเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย แต่คุณสมบัติพิเศษของมันในเรื่องของพลังงานที่สูงกว่าคลื่นชนิดอื่น ๆ จึงทำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ในงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เทคโนโลยีพันธุกรรม (Genetic Technology) กล้องโทรทรรศน์รังสีแกมมา การถนอมอาหาร และการแพทย์

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยใช้วีดิทัศน์เรื่องสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการขยายความเข้าใจ

ชั้นขยายความรู้

2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ คำพูดของผู้จัดรายการวิทยุ “ที่นี่สถานีวิทยุเอเอ็ม.....กิโลเฮิร์ตซ์” หรือ “ที่นี่สถานีวิทยุเอฟเอ็ม.....เมกะเฮิร์ตซ์” แล้วถามว่า เอฟเอ็ม เอเอ็ม คืออะไร ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่าเป็นวิธีผสมสัญญาณไฟฟ้าของเสียงหรือภาพกับคลื่นวิทยุแบบเอเอ็มและแบบเอฟเอ็ม
3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าการคิดค้นครีมป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต เพื่อลดปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านไปถึงผิวหนังโดยพิจารณาจากค่าการปกป้องแสงแดด (sun protection factor : SPF) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บอกระดับการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ตกกระทบผิวหนังที่ทำให้ผิวหนังแดงคล้ำ ตัวเลขที่ระบุแสดงจำนวนเท่าของเวลาที่ผิวหนังทนต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ เมื่อทาครีมป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตแล้ว ปกติผิวหนังที่ไม่ได้ทาครีมป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ประมาณ 20 - 30 นาที ดังนั้นถ้าทาครีมป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีค่า SPF 15 ผิวหนังจะทนต่อแสงแดดได้ $20 \times 15 = 300$ นาที หรือ 5 ชั่วโมง ข้อควรระวังคือสารเคมีในครีมป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตนั้นอาจจะคายเคืองต่อผิวหนังได้

ชั้นประเมินผล

2. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.2

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. สื่อวีดิทัศน์ สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายความหมายของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.2 ในหนังสือเรียน ฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนได้ สอดคล้องกับหลักการของสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. นำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.2 ในหนังสือเรียน ฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนได้ สอดคล้องกับหลักการของสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.2 ในหนังสือเรียน ฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.2

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงใดที่ประสาทสัมผัสของมนุษย์รับรู้ได้

.....

.....

.....

.....

2. ไมโครเวฟใช้ปรุงอาหารให้สุกเมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเกิดอันตรายต่อผู้ใช้หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

3. จงยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากรังสีเหนือม่วงที่มีต่อมนุษย์

.....

.....

.....

.....

4. นอกจากการใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์แล้ว เรายังใช้ประโยชน์จากรังสีเอกซ์ในด้านใดได้บ้าง

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.2

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงใดที่ประสาทสัมผัสของมนุษย์รับรู้ได้

ตอบ แสงที่ตามองเห็นสามารถรับรู้ได้ด้วยการมองเห็น และรังสีอินฟราเรดสามารถรับรู้ได้ด้วยกายสัมผัส

2. ไมโครเวฟใช้ปรุงอาหารให้สุกเมื่อนำมาใช้ในการสื่อสารระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเกิดอันตรายต่อผู้ใช้หรือไม่ เพราะอะไร

ตอบ ไม่เป็นอันตราย ถ้าหากผู้ใช้รับคลื่นนี้ที่มีความเข้มข้น เพราะไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อ หรือโครงสร้างของดีเอ็นเอได้ แต่ถ้าผู้ใช้รับคลื่นนี้ที่มีความเข้มข้นมาก ๆ เป็นเวลานานอาจเป็นอันตรายได้ หากบริเวณที่ได้รับเป็นอวัยวะสำคัญ

3. จงยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์และผลกระทบจากรังสีเหนือม่วงที่มีต่อมนุษย์

ตอบ ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของรังสีเหนือม่วง เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อให้แสงสว่างหรือหลอดผลิตรังสีเหนือม่วงสำหรับทำให้สารบางชนิดเรืองแสงหรือใช้ฆ่าเชื้อโรค นอกจากนี้รังสีเหนือม่วงเมื่อตกกระทบผิวหนังของมนุษย์ ทำให้ร่างกายสามารถสร้างวิตามินดีได้อีกด้วย ตัวอย่างผลกระทบจากรังสีเหนือม่วง เช่น หากได้รับรังสีเหนือม่วงมากเกินไป จะทำให้ผิวหนังระคายเคือง เกิดความเสียหายกับเซลล์ผิวหนังได้และอาจนำไปสู่การเป็นมะเร็งผิวหนัง

4. นอกจากการใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์แล้ว เรายังใช้ประโยชน์จากรังสีเอกซ์ในด้านใดได้บ้าง

ตอบ ด้านความปลอดภัยในท่าอากาศยานใช้ในการตรวจหาวัตถุอันตรายในกระเป๋าเดินทางโดยไม่ต้องเปิดกระเป๋า

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง โพลาริเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 2 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รวม 14 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสารรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

7. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไม่โพลาไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้นและแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง โดยแสงในชีวิตประจำวันเป็นแสงไม่โพลาไรส์ เมื่อแสงนั้นผ่านแผ่นโพลาไรซ์ สนามไฟฟ้าจะมีทิศทางอยู่ในระนาบเดียวเรียกว่า แสงโพลาไรส์เชิงเส้นสมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาริเซชัน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายโพลาริเซชันของแสง แสงไม่โพลาไรส์และแสงโพลาไรส์เชิงเส้นได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ทดลองความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีสนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงทิศทางกลับไปมาในระนาบเดียว เรียกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลักษณะนี้ว่า คลื่นโพลาไรส์เชิงเส้น

แหล่งกำเนิดคลื่นแสงทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ รวมทั้งแสงจะสะท้อนจาก

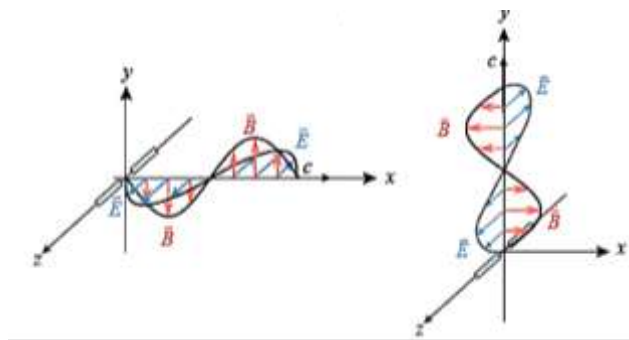
สิ่งต่าง ๆ รอบตัว จะมีสนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงกลับไปมาอยู่ในหลายระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่
แสงจากแหล่งกำเนิดแสงดังกล่าวจึงเป็นแสงไม่โพลาไรส์

เมื่อแสงไม่โพลาไรส์ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ สนามไฟฟ้าของแสงที่มีทิศทางตั้งฉากกับแนวโพลาไรส์
ของแผ่นโพลาไรซ์จะถูกดูดกลืน แต่สนามไฟฟ้าของแสงที่มีทิศทางขนานกับแนวโพลาไรส์จะผ่านแผ่นโพลา
ไรซ์ได้ ทำให้ความสว่างลดลงเมื่อเทียบกับขณะไม่มีแผ่นโพลาไรซ์แผ่นนั้น แสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ออกมาจึง
เป็นแสงโพลาไรส์เชิงเส้น สมบัติของแสงลักษณะนี้เรียกว่า โพลาไรเซชัน

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูใช้รูป 18.8 ตั้งคำถามว่าทิศทางการเคลื่อนที่แม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ออกไปตามแนวแกนใด ทิศ
ทางการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าอยู่ในแนวแกนใด และระนาบการเปลี่ยนแปลง
สนามไฟฟ้าอยู่ในระนาบใดและมีกี่ระนาบ (แนวคำตอบ : คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแผ่ไปตาม
แกน x สนามไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางกลับไปกลับมาอยู่ในแนวแกน y แนว
เดียว มีระนาบการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าอยู่ในระนาบ xy ระนาบเดียว และเรียกคลื่น
แม่เหล็กไฟฟ้าที่มีสนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงในระนาบเดียวนี้ว่า คลื่นโพลาไรส์เชิงเส้น)
- ครูถามนักเรียนว่า กรณีสายอากาศอยู่ในแนวระดับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จะเป็นคลื่นโพลา
ไรส์เชิงเส้นในแนวใด (แนวคำตอบ : กรณีสายอากาศอยู่ในแนวระดับ สนามไฟฟ้าของ
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางกลับไปมาตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่
ซึ่งจะโพลาไรส์ได้หลายแนวขึ้นอยู่กับทิศทางการเคลื่อนที่แต่ยังคงเปลี่ยนแปลงอยู่ใน
ระนาบเดียว เช่น ถ้าเสาอากาศอยู่ในแนวแกน z พิจารณาเฉพาะคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนว
ระดับและตั้งฉากกับเสาอากาศในแนวแกน x จะเป็นคลื่นโพลาไรส์เชิงเส้นในระนาบ xz
ถ้าพิจารณาเฉพาะคลื่นที่เคลื่อนที่ในแนวตั้งและตั้งฉากกับเสาอากาศในแนวแกน y จะ
เป็นคลื่นโพลาไรส์เชิงเส้นในระนาบ)



- ครูถามนักเรียนว่า แสงจากแหล่งกำเนิดทั่วไป เช่น ดวงอาทิตย์ หลอดไฟ เป็นแสงโพลา
ไรส์หรือไม่ แล้วนำอภิปรายจนสรุปได้ว่าแสงที่ประกอบไปด้วยสนามไฟฟ้าในแนวต่าง ๆ
หลายแนว ดังรูป 18.9 เช่น แสงจากดวงอาทิตย์แสงจากหลอดไฟ เป็นแสงไม่โพลาไรส์

ขั้นสำรวจและค้นหา

- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน 9 กลุ่มให้นักเรียนทำกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่าน
แผ่นโพลาไรซ์ โดยครูแนะนำก่อนทำกิจกรรม ดังนี้
1.1 การใช้แผ่นโพลาไรซ์ ให้จับที่กรอบกระดาษแข็ง ไม่ต้องต้องโพลาไรซ์ เพื่อ
ป้องกันไม่ให้โพลาไรซ์เสื่อมคุณภาพได้ง่าย

- 1.2 ให้นักเรียนมองแสงจากหลอดไฟด้วยตาเปล่าก่อน แล้วจึงมองแสงจากหลอดไฟผ่านแผ่นโพลารอยด์ เพื่อเปรียบเทียบความสว่าง
- 1.3 นักเรียนสามารถใช้แผ่นโพลารอยด์มองแสงจากหลอดไฟที่ติดบนเพดานห้องเรียน แทนการมองแสงจากกล่องแสงได้
- 1.4 นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องแนวโพลารัสช่วยอธิบายในการทำกิจกรรม
7. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรมและทำใบงานคำถามท้ายกิจกรรม

ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

8. ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม 18.1 นักเรียนควรสรุปผลได้ดังนี้
 1. แสงเมื่อผ่านแผ่นโพลารอยด์จะสว่างน้อยกว่าแสงขณะไม่มีแผ่นโพลารอยด์กั้น
 2. เมื่อมองผ่านแผ่นโพลารอยด์ 1 แผ่น แล้วหมุนจนครบ 1 รอบ มีความสว่างคงตัว
 3. แสงที่ผ่านแผ่นโพลารอยด์ 2 แผ่น เมื่อหมุนแผ่นโพลารอยด์แผ่นที่สองไปจนครบ 1 รอบ แสงจะมีความสว่างไม่คงตัว โดยความสว่างเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (ระหว่างสว่างมากที่สุดกับสว่างน้อยที่สุด) เมื่อหมุนไปเป็นมุม 90 องศา
9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลหลังการทำกิจกรรม 18.1 ดังนี้

แสงที่ผ่านแผ่นโพลารอยด์ 1 แผ่น ความสว่างจะลดลง เมื่อหมุนแผ่นโพลารอยด์ยังมีความสว่างคงตัว เมื่อนำแผ่นโพลารอยด์อีกหนึ่งแผ่นมาซ้อนแล้วหมุน ตำแหน่งของแผ่นโพลารอยด์ที่ 2 ที่แสงมีความสว่างมากที่สุด กับตำแหน่งที่แสงมีความสว่างน้อยที่สุด เป็นมุมต่างกัน 90 องศา

ชั้นขยายความรู้

4. ครูถามนักเรียนว่าเพราะเหตุใดจึงสังเกตเห็นแสงที่ผ่านแผ่นโพลารอยด์ 1 แผ่น มีความสว่างลดลง จากนั้นครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่าแผ่นโพลารอยด์เป็นแผ่นพลาสติกที่มีโมเลกุลพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ โดยดูดกลืนองค์ประกอบสนามไฟฟ้าของแสงในแนวขนานกับแนวการเรียงตัวของโมเลกุล แต่ไม่ดูดกลืนองค์ประกอบสนามไฟฟ้าของแสงในแนวตั้งฉากกับแนวการเรียงตัวของโมเลกุล เรียกแนวที่ตั้งฉากกับแนวการเรียงตัวของโมเลกุลว่าแนวโพลารัสของแผ่นโพลารอยด์ ทำให้แสงที่ผ่านแผ่นโพลารอยด์ 1 แผ่น มีความสว่างลดลง และเป็นแสงโพลารัสเชิงเส้น เรียกสมบัติของแสงลักษณะนี้ว่าโพลาริเซชัน และ เมื่อแสงผ่านแผ่นโพลารอยด์ 2 แผ่น ความสว่างของแสงจะมากที่สุดขณะที่แนวโพลารัสของแผ่นโพลารอยด์ทั้งสองแผ่นขนานกัน และความสว่างของแสงจะน้อยที่สุดขณะที่แนวโพลารัสของแผ่นโพลารอยด์ทั้งสองตั้งฉากกัน และครูย้ำว่าแสงที่ผ่านแผ่นโพลารอยด์ยังคงประกอบด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีทิศทางตั้งฉากกัน และตั้งฉากกับทิศทางของความเร็วเสมอ
5. ครูถามนักเรียนว่า แสงที่ผ่านแผ่นโพลารอยด์ 1 แผ่นแล้ว มีสนามไฟฟ้าอยู่ในแนวระดับ ยังมีสนามแม่เหล็กอยู่หรือไม่และหากมีจะอยู่ในแนวใด (แนวคำตอบ : ยังมีสนามแม่เหล็กอยู่ โดยสนามแม่เหล็กอยู่ในแนวตั้ง)

ชั้นประเมินผล

3. ครูให้นักเรียนทำใบงานคำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลารอยด์ และอภิปรายเฉลยไปพร้อมกันในชั้นเรียน
4. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.3

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. อุปกรณ์การทดลองกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์
3. ใบงานคำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายโพลาไรเซชันของแสง แสงไม่โพลาไรซ์และแสงโพลาไรซ์เชิงเส้นได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์ - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.3 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองตอบคำถามในชั้นเรียนและคำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ได้สอดคล้องกับหลักการของโพลาไรเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.3 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. ทดลองความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์ได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์ - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.3 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองตอบคำถามในชั้นเรียนและคำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ได้สอดคล้องกับหลักการของโพลาไรเซชันของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.3 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา

	- คำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่าน แผ่นโพลาไรซ์ - คำถามตรวจสอบความ เข้าใจ 18.3 ในหนังสือเรียน ฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	ร้อยละ 80
--	---	-----------

ใบงานคำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์

1. ความสว่างของแสงซึ่งผ่านแผ่นโพลาไรซ์ 1 แผ่น ต่างจากความสว่างของแสงขณะไม่มีแผ่นโพลาไรซ์กันหรือไม่

.....

.....

.....

2. เมื่อหมุนแผ่นโพลาไรซ์ 1 แผ่นไปจนครบ 1 รอบ ความสว่างของแสงที่ผ่านออกมา แต่ละขณะ เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. เมื่อหมุนโพลาไรซ์แผ่นที่ 2 ไปจนครบ 1 รอบ ความสว่างของแสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ 2 แผ่น แต่ละขณะ เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

4. มุมระหว่างตำแหน่งของแผ่นโพลาไรซ์แผ่นที่ 2 ที่แสงมีความสว่างมากที่สุด กับแสงมีความสว่างน้อยที่สุด เป็นมุมเท่าใด

.....

.....

.....

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.3

จากกิจกรรม 18.1 ในการส่งดูแสงจากแหล่งกำเนิดแสงไมโพลาไรส์ด้วยแผ่นโพลาไรซ์ 2 แผ่นซ้อนกัน หากเปลี่ยนเป็นหมุนแผ่นโพลาไรซ์แผ่นแรก ไปจนครบ 1 รอบ ความสว่างของแสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ทั้งสอง ออกมาจะมีการเปลี่ยนแปลง หรือไม่เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงานคำถามท้ายกิจกรรม 18.1 ความสว่างของแสงเมื่อผ่านแผ่นโพลาไรซ์

1. ความสว่างของแสงซึ่งผ่านแผ่นโพลาไรซ์ 1 แผ่น ต่างจากความสว่างของแสงขณะไม่มีแผ่นโพลาไรซ์กั้นหรือไม่

ตอบ แตกต่างกัน (มองผ่านแผ่นโพลาไรซ์สว่างน้อยกว่า)

2. เมื่อหมุนแผ่นโพลาไรซ์ 1 แผ่นไปจนครบ 1 รอบ ความสว่างของแสงที่ผ่านออกมา แต่ละขณะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ตอบ ไม่เปลี่ยนแปลง โดยมีความสว่างคงตัว

3. เมื่อหมุนโพลาไรซ์แผ่นที่ 2 ไปจนครบ 1 รอบ ความสว่างของแสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ 2 แผ่น แต่ละขณะ เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ตอบ เมื่อหมุนโพลาไรซ์แผ่นที่ 2 ไปจนครบ 1 รอบ ความสว่างของแสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ 2 แผ่นจะมีการเปลี่ยนแปลง ระหว่างสว่างมากที่สุดกับสว่างน้อยที่สุด

4. มุมระหว่างตำแหน่งของแผ่นโพลาไรซ์แผ่นที่ 2 ที่แสงมีความสว่างมากที่สุด กับแสงมีความสว่างน้อยที่สุด เป็นมุมเท่าใด

ตอบ เป็นมุม 90 องศา

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.3

จากกิจกรรม 18.1 ในการส่องดูแสงจากแหล่งกำเนิดแสงไมโพลาไรส์ด้วยแผ่นโพลาไรซ์ 2 แผ่นซ้อนกัน หากเปลี่ยนเป็นหมุนแผ่นโพลาไรซ์แผ่นแรก ไปจนครบ 1 รอบ ความสว่างของแสงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์ทั้งสอง ออกมาจะมีการเปลี่ยนแปลง หรือไม่เพราะเหตุใด

ตอบ ความสว่างเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับการหมุนแผ่นโพลาไรซ์ที่ 2 เพราะทำให้แนวโพลาไรส์ของแผ่นโพลาไรซ์ทั้งสอง เปลี่ยนแปลงระหว่างอยู่ในแนวเดียวกัน (สว่างมากที่สุด)และอยู่ในแนวตั้งฉากกัน(สว่างน้อยที่สุด)

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (1)

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 เวลา 2 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รวม 14 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสารรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

7. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ แสงโพลาไรส์เชิงเส้นและแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และเครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ยกตัวอย่างการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

ตัวอย่างอุปกรณ์ ที่ประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องฉายรังสีเอกซ์สร้างภาพสองมิติ อวัยวะภายใน เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ใช้รังสีเอกซ์สร้างภาพตัดขวางอวัยวะภายในร่างกาย

และสามารถสร้างเป็นภาพสามมิติได้ เครื่องควบคุมระยะไกลใช้รังสีอินฟราเรดหรือคลื่นวิทยุควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกใช้ไมโครเวฟ เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็กใช้คลื่นวิทยุสร้างภาพสามมิติอวัยวะภายในร่างกาย

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

8. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
(แนวคำตอบเป็นแบบปลายเปิด)
9. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการสื่อสาร การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทางการแพทย์ การใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทางด้านความปลอดภัย
10. ครูถามนักเรียนว่าใครเคยถ่ายภาพด้วยเครื่องฉายรังสีเอกซ์ ถ้าเคยถ่ายภาพให้ตอบต่อว่าเพื่ออะไร และมีวิธีการอย่างไร (แนวคำตอบเป็นแบบปลายเปิด) แจ้งให้นักเรียนทราบว่าเราจะศึกษาหาคำตอบไปชั่วโมงนี้

ขั้นสำรวจและค้นหา

8. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ให้สืบค้นการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนี้
กลุ่มที่ 1-2 เครื่องฉายรังสีเอกซ์
กลุ่มที่ 3-4 เครื่องถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์
กลุ่มที่ 5-6 เครื่องควบคุมระยะไกล
9. ครูให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลและสรุปเนื้อหาสิ่งที่ได้ นำเสนอผลการศึกษาในชั่วโมง

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

10. ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ 1-2 นำเสนอเรื่อง เครื่องฉายรังสีเอกซ์
11. ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ 3-4 นำเสนอเรื่อง เครื่องถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์
12. ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ 5-6 นำเสนอเรื่อง เครื่องควบคุมระยะไกล
13. หลังจากนักเรียนนำเสนอครบทั้ง 6 กลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป ดังนี้
4.1 เครื่องฉายรังสีเอกซ์

สรุปส่วนประกอบของเครื่องฉายรังสีเอกซ์ได้ดังรูป 18.12 และ 18.13 และภาพเอกซ์เรย์เป็นภาพขาวดำดังรูป 18.14 เกิดได้ดังนี้ รังสีเอกซ์จากหลอดรังสีเอกซ์เคลื่อนที่ผ่านร่างกาย เนื้อเยื่อและกระดูกจะดูดกลืนรังสีในปริมาณที่ต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณรังสีเอกซ์ที่ไปตกกระทบอุปกรณ์ตรวจวัดรังสีแตกต่างกัน โดยบริเวณที่ดูดกลืนรังสีได้มากนั้นจะได้ภาพสีขาว และบริเวณที่ดูดกลืนรังสีได้น้อยจะได้ภาพสีดำ ทำให้สามารถสร้างภาพอวัยวะภายในร่างกายเพื่อแพทย์จะใช้ประกอบการวินิจฉัยเกี่ยวกับอวัยวะนั้น ๆ ได้

4.2 เครื่องถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์

ภาพถ่ายด้วยเครื่องฉายรังสีเอกซ์จะปรากฏภาพทุกอวัยวะซ้อนกัน ทำให้ขาดความชัดเจน โดยในปัจจุบันได้พัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ที่มีคุณภาพมากขึ้น เรียกว่า เครื่องเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์

ส่วนประกอบของเครื่องถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า

ซีทีสแกน เป็นดังรูป 18.15 โดยมีหลักการทำงานดังนี้ แหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์จะหมุนรอบร่างกาย พร้อมกับฉายรังสีเอกซ์ผ่านร่างกายบริเวณอวัยวะที่ต้องการตรวจสอบความผิดปกติในแนวต่าง ๆ จนรอบอวัยวะนั้น ไปยังอุปกรณ์ตรวจวัดรังสีที่อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม ดังรูป 18.16 สัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์ตรวจวัดรังสีจะถูกสร้างเป็นภาพภาคตัดขวางด้วยระบบคอมพิวเตอร์เป็นภาพขาวดำ ดังรูป 18.17 และสามารถสร้างภาพ 3 มิติ ได้ โดยสีของภาพแต่ละจุดขึ้นกับการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของเนื้อเยื่อแต่ละชนิด

4.3 เครื่องควบคุมระยะไกล

เครื่องควบคุมระยะไกล หรือ รีโมทคอนโทรลเลอร์ หรือ เรียกสั้น ๆ ว่า รีโมท เป็นอุปกรณ์ที่เรามักคุ้นเคยในการใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน เช่น ทีวี แอร์ เป็นต้น รีโมทจะทำหน้าที่ประมวลผลการกดปุ่มเป็นรหัสคำสั่งแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งสัญญาณเป็นอินฟราเรดไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วนรับสัญญาณที่อยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าจะแปลงกลับมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งต่อไปยังส่วนต่าง ๆ ของเครื่องให้ทำงานตามคำสั่งจากรีโมท

ขั้นขยายความรู้

- ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอื่นในการควบคุมระยะไกล เช่น คีย์บอร์ดไร้สาย เมาส์ไร้สาย และเครื่องควบคุมโดรน โดยอุปกรณ์ดังกล่าวอาจใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดอื่นในการส่งและรับสัญญาณ ตามความเหมาะสมของการใช้งาน
- ครูให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติมว่าในชีวิตประจำวันของเรานั้นมีการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับอุปกรณ์ใด ๆ อีกบ้างและนำมาอภิปรายร่วมกันในชั่วโมงครั้งต่อไป

ขั้นประเมินผล

- ครูให้นักเรียนทำแผนผังความคิดหลักการทำงานอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องควบคุมระยะไกล

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
- ใบงาน เรื่อง เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องควบคุมระยะไกล

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายหลักการทำงานอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้	- การนำเสนอผลการศึกษา - คำถามในชั้นเรียน - ใบงาน เรื่อง เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องถ่ายภาพเอกซ์	- นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร้อยละ 80

	เรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องควบคุมระยะไกล	- นักเรียนตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. ยกตัวอย่างการทำงานอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้	- การนำเสนอผลการศึกษา - คำถามในชั้นเรียน - ใบงาน เรื่อง เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องควบคุมระยะไกล	- นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามในใบงาน ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การนำเสนอผลการศึกษา - คำถามในชั้นเรียน - ใบงาน เรื่อง เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องถ่ายภาพเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องควบคุมระยะไกล	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลาร้อยละ 80

ใบงาน เรื่อง เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องควบคุมระยะไกล

1. กระบวนการที่ทำให้เกิดรังสีเอกซ์มีอยู่ที่กระบวนการ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

2. ทำไมภาพเอกซเรย์ที่ได้จึงมีเงดสีขาวและดำที่แตกต่างกัน

.....

.....

.....

.....

3. ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เพื่อการตรวจวินิจฉัยโรคอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. รีโมทคอนโทรล จะสามารถสั่งงานได้ ต้องประกอบด้วยด้วยอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงาน เรื่อง เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องควบคุมระยะไกล

1. กระบวนการที่ทำให้เกิดรังสีเอกซ์มีอยู่ที่กระบวนการ อะไรบ้าง

ตอบ กระบวนการที่ทำให้เกิดรังสีเอกซ์มีอยู่ด้วยกัน 2 กระบวนการดังนี้

1.Characteristic X-ray emission หรือ X-ray fluorescence เป็นกระบวนการเกิดรังสีเอกซ์ เมื่อกระแสอิเล็กตรอนชนเข้ากับอิเล็กตรอนของธาตุบนเป้าโลหะ (ทังสเตน) ทำให้อิเล็กตรอนของธาตุหลุดออกจากวงโคจร เป็นผลให้อิเล็กตรอนจากวงโคจรที่อยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่าวิ่งเข้าไปแทนที่ และปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์ โดยเรียกรังสีเอกซ์ที่เกิดจากกระบวนการนี้ว่า รังสีเอกซ์ลักษณะเฉพาะ (Characteristic X-rays) ซึ่งหลักการนี้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในเครื่องฉายรังสีเอกซ์ที่ใช้งานกันทั่วไปในโรงพยาบาล

2.Bremsstrahlung รังสีเอกซ์จากกระบวนการนี้เกิดขึ้นเมื่ออิเล็กตรอนพลังงานสูงวิ่งด้วยความเร็วเข้าใกล้นิวเคลียสซึ่งมีประจุบวก เป็นผลให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนความเร็วหรือทิศทางลง ทำให้มีการปล่อยพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโฟตอน เป็นรังสีเอกซ์ในรูปแบบของสเปกตรัมที่มีความต่อเนื่องหรือที่เรียกว่า เบรมสตราลุง (Bremsstrahlung)

2. ทำไมภาพเอกซเรย์ที่ได้จึงมีเงดสีขาวและดำที่แตกต่างกัน

ตอบ เมื่อรังสีเอกซ์ผ่านเข้าสู่ร่างกาย เนื้อเยื่อต่าง ๆ อวัยวะภายใน รวมทั้งกระดูกจะดูดซับรังสีไว้ โดยจะดูดซับในปริมาณที่ต่างกันขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสสาร ธาตุเบาจะยอมให้รังสีผ่านไปได้น้อย ในขณะที่ธาตุหนักจะดูดซับรังสีไว้ ภาพเอกซเรย์ที่ได้จึงมีเงดสีขาวและดำที่แตกต่างกัน เช่น แคลเซียมในกระดูกสามารถดูดซับรังสีเอกซ์ได้มากที่สุดจึงทำให้มองเห็นภาพเอกซเรย์กระดูกเป็นสีขาว ส่วนคาร์บอน ไฮโดรเจน และไนโตรเจนในเนื้อเยื่อและอวัยวะภายในดูดซับรังสีได้น้อยกว่าจึงมองเห็นภาพเป็นสีเทา ในขณะที่ออกซิเจนดูดซับรังสีได้น้อยที่สุดจึงมองเห็นปอดเป็นสีขาว

3. ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เพื่อการตรวจวินิจฉัยโรคอย่างไรบ้าง

ตอบ ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เพื่อการตรวจวินิจฉัยมากขึ้น และมีการใช้สารทึบรังสีด้วยการกิน การสวนทางทวารหนัก หรือการฉีดเข้าหลอดเลือดดำ เพื่อเพิ่มความชัดเจนของอวัยวะและหลอดเลือดส่วนต่าง ๆ รวมถึงรอยโรคหรือตำแหน่งพยาธิสภาพให้ชัดเจนมากขึ้น เช่น เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของสมอง เพื่อตรวจวินิจฉัยเกี่ยวกับโรคของหลอดเลือดสมอง หรือเนื้องอก เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของทรวงอก เพื่อตรวจวินิจฉัยเกี่ยวกับเนื้องอกหรือการติดเชื้อของปอด หรือตรวจหลอดเลือดของหัวใจ เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของช่องท้อง เพื่อตรวจหาสาเหตุความผิดปกติของอวัยวะในช่องท้อง เช่นตับ ทางเดินอาหารและทางเดินปัสสาวะ ในเรื่องของเนื้องอก การอักเสบ การติดเชื้อ เป็นต้น เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของหลอดเลือด เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ของกระดูกในภาวะอุบัติเหตุ เพื่อตรวจหากระดูกหักในส่วนที่ตรวจได้ยากจากการเอกซเรย์ธรรมดาเช่นกระดูกหักบริเวณใบหน้า หรือเข่า

4. รีโมทคอนโทรล จะสามารถสั่งงานได้ ต้องประกอบด้วยด้วยอะไรบ้าง

ตอบ ประกอบด้วย 2 สิ่ง คือ รหัส และ ตัวส่งสัญญาณ

1. รหัส(Code) เป็นระบบสัญญาณจะนำออกได้ต้องมีตัวคลื่นพานำออกไป

2. ตัวส่งสัญญาณ(Carrier) ตัวรับสัญญาณ เพื่อถอดหรือรับรหัสที่ถูกส่งมาใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

เรื่อง การประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (2) รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวม 14 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสารรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

7. อธิบายการเกิดและลักษณะเฉพาะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงไมโครเวฟ ไรส์ แสงโพลาไรส์เชิงเส้นและแผ่นโพลาไรซ์ รวมทั้งอธิบายการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องควบคุมระยะไกล เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และเครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายหลักการทำงานอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ยกตัวอย่างการทำงานอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

ตัวอย่างอุปกรณ์ ที่ประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องฉายรังสีเอกซ์สร้างภาพสองมิติ อวัยวะภายใน เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ใช้รังสีเอกซ์สร้างภาพตัดขวางอวัยวะภายในร่างกาย

และสามารถสร้างเป็นภาพสามมิติได้ เครื่องควบคุมระยะไกลใช้รังสีอินฟราเรดหรือคลื่นวิทยุควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกใช้ไมโครเวฟ เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็กใช้คลื่นวิทยุสร้างภาพสามมิติอวัยวะภายในร่างกาย

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

11. ครูทบทวนการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อชั่วโมงที่แล้ว ได้แก่ เครื่องฉายรังสีเอกซ์ เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องควบคุมระยะไกล
12. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นเพิ่มเติมว่าในชีวิตประจำวันของเรานั้นมีการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับอุปกรณ์ใด ๆ อีกบ้างและนำมาอภิปรายร่วมกัน

ขั้นสำรวจและค้นหา

10. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ให้สืบค้นการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนี้
กลุ่มที่ 1-3 เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก
กลุ่มที่ 4-6 เครื่องถ่ายภาพของการสั่นพ้องของแม่เหล็ก
11. ครูให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลและสรุปเนื้อหาสิ่งที่ได้ นำเสนอผลการศึกษาในชั่วโมง

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

14. ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ 1-3 นำเสนอเรื่อง เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก
15. ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ 4-6 นำเสนอเรื่อง เครื่องถ่ายภาพของการสั่นพ้องของแม่เหล็ก
16. หลังจากนักเรียนนำเสนอครบทั้ง 6 กลุ่มแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป ดังนี้
3.1 เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

GPS คือระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกโดยใช้สัญญาณไมโครเวฟสื่อสารระหว่างเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกกับดาวเทียมประกอบด้วยศูนย์ควบคุมภาคพื้นดิน เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก และดาวเทียมส่งสัญญาณอย่างน้อย 4 ดวง หาดำแหน่งบนพื้นโลก ณ เวลานั้น ๆ ในปัจจุบันเห็นการใช้ GPS อย่างแพร่หลายกับโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.2 เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก

MRI เป็นเครื่องถ่ายภาพตัดขวางของอวัยวะและสร้างภาพเป็น 3 มิติ โดยใช้คลื่นวิทยุความถี่เหมาะสมกับความถี่สั่นพ้อง ของนิวเคลียสไฮโดรเจนในเนื้อเยื่อที่ต้องการถ่ายภาพ เรียกเครื่องมือดังกล่าวว่าเครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก โดยอาศัยสมบัติความเป็นแม่เหล็กของนิวเคลียสไฮโดรเจน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญภายในร่างกายมนุษย์ เครื่องมือนี้มีลักษณะเป็นอุโมงค์ที่มีส่วนประกอบสำคัญ ดังรูป 18.22 มีแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กหลักสร้างสนามแม่เหล็กความเข้มสูง จัดระเบียบนิวเคลียสของไฮโดรเจนของในเนื้อเยื่อ มีขดลวดเกรเดียนท์สร้างสนามแม่เหล็กความเข้มน้อย เพื่อให้ได้ข้อมูลในการสร้างภาพสามมิติ ขดลวดความถี่คลื่นวิทยุ สร้างคลื่นวิทยุความถี่สั่นพ้องกับนิวเคลียสไฮโดรเจนในเนื้อเยื่อเพื่อให้พลังงานกับนิวเคลียสของไฮโดรเจนส่งไปวิเคราะห์เพื่อสร้างภาพ 3 มิติดังรูป 18.23 คลื่นวิทยุที่ใช้ในการทำงานนี้ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แตกต่างจากการตรวจวัดด้วยการใช้รังสีเอกซ์ อย่างไรก็ตามสตรีมีครรภ์ควรปรึกษาแพทย์ก่อนเข้ารับการตรวจ

ขั้นขยายความรู้

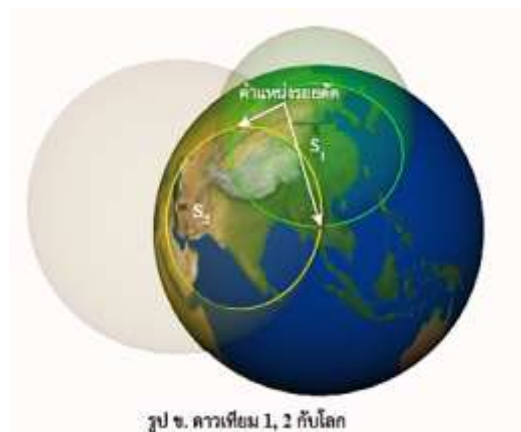
8. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการประมวลผลหาตำแหน่งบนพื้นโลก

เมื่อเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับสัญญาณจากดาวเทียมดวงที่ 1 (S_1) แล้ว คำนวณระยะห่างระหว่างดาวเทียมดวงที่ 1 กับตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่ง ซึ่งจะได้ตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกเป็นตำแหน่งใด ๆ บนผิวทรงกลมสีเขียวที่มีดาวเทียมดวงที่ 1 เป็นศูนย์กลางและเมื่อผิวทรงกลมตัดกับผิวโลกตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งอยู่ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของเส้นรอบวงสีเขียวบนผิวโลก ดังรูป ก.



รูป ก. ดาวเทียม 1 กับโลก

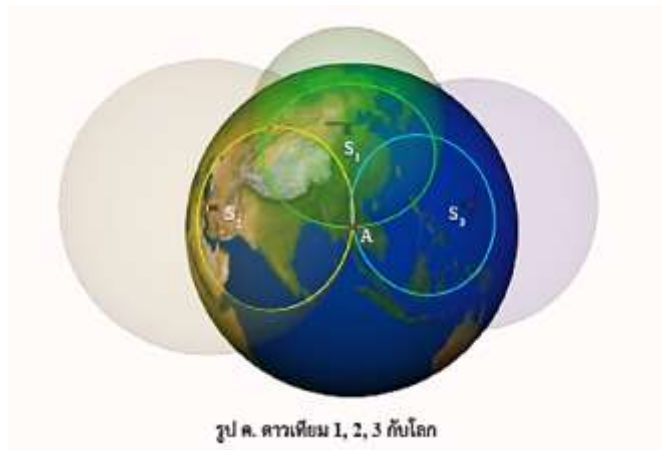
ขณะเดียวกันเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับสัญญาณจากดาวเทียมดวงที่ 2 (S_2) เช่นกันและคำนวณระยะห่างระหว่างดาวเทียมดวงที่ 2 กับตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งได้เป็นผิวทรงกลมสีเหลืองที่มีดาวเทียมดวงที่ 2 เป็นศูนย์กลาง ตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งจะอยู่ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งของรอยตัดระหว่างผิวทรงกลมของดาวเทียมทั้ง 2 ดวง บนผิวโลก ซึ่งมี 2 ตำแหน่ง ดังรูป ข.



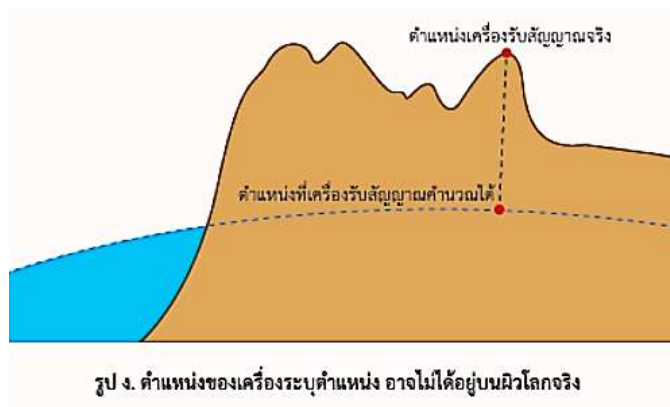
รูป ข. ดาวเทียม 1, 2 กับโลก

และในทำนองเดียวกันเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับสัญญาณจากดาวเทียมดวงที่ 3 (S_3) ด้วย และคำนวณระยะห่างระหว่างดาวเทียมดวงที่ 3 กับเครื่องระบุตำแหน่งได้เป็นผิวทรงกลมสีฟ้าที่มีดาวเทียมดวงที่ 3 เป็นศูนย์กลางตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกจะเป็นตำแหน่งที่เกิดจากการตัดของผิวทรงกลมของดาวเทียมทั้ง 3 ดวง บนผิวโลก ซึ่งจะเหลือตำแหน่งเพียง 1 ตำแหน่ง ดังนั้นถ้าเราใช้ข้อมูลจากดาวเทียมทั้งสามบวกกับตำแหน่งของโลกที่มีลักษณะคล้ายทรงกลมเรา นำมาประมวลผลได้ตำแหน่งของ

เครื่องระบุตำแหน่งที่จุด A ดังรูป ค.



แต่เนื่องจากโลกไม่ได้มีลักษณะเป็นผิวเรียบซึ่งมีทั้งภูเขาและหุบเหว ดังนั้นตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่ง อาจไม่ได้อยู่บนพื้นราบของโลก ดังรูป ง.



เพื่อให้เกิดความแม่นยำเราจึงใช้ดาวเทียมดวงที่ 4 หาระยะห่างระหว่างเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกกับดาวเทียมดวงที่ 4 จะทำให้ตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลกอยู่บนผิวทรงกลมที่มีดาวเทียมดวงที่ 4 เป็นศูนย์กลาง และตำแหน่งที่ตัดกับผิวทรงกลมดวงที่ 1 2 และ 3 จะเป็นตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งจริง ณ เวลานั้น ๆ

ขั้นประเมินผล

7. ครูให้นักเรียนทำแผนผังความคิดหลักการทำงานอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
8. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.4

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ภาพการประมวลผลหาตำแหน่งบนพื้นโลก

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายหลักการทำงานอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้	- การนำเสนอผลการศึกษา - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.4	- นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามในคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.4 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. ยกตัวอย่างการทำงานอุปกรณ์บางชนิดที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้	- การนำเสนอผลการศึกษา - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.4	- นักเรียนนำเสนอผลการศึกษาและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามในคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.4 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การนำเสนอผลการศึกษา - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.4	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลาร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.4

- 1. ภาพที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์แตกต่างจากภาพที่ได้จากเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปอย่างไร
.....
.....
.....
.....
- 2. เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็กใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดในการสร้างภาพของอวัยวะภายในร่างกาย และคลื่นนี้มีผลกับร่างกายผู้ป่วยหรือไม่ อย่างไร
.....
.....
.....
.....
- 3. เพราะเหตุใด การถ่ายภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพสั่นพ้องแม่เหล็กจึงมีอันตรายน้อยกว่าการถ่ายภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์
.....
.....
.....
.....
- 4. ปัจจัยใดบ้าง ที่มีผลต่อความแม่นยำของการระบุตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก
.....
.....
.....
.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.4

1. ภาพที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์แตกต่างจากภาพที่ได้จากเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปอย่างไร

ตอบ เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สามารถใช้ในการสร้างภาพภาคตัดขวางต่อเนื่อง และนำมาวางต่อกันสร้างเป็นภาพ 3 มิติ ได้ ซึ่งภาพที่ได้จากเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปจะเป็นภาพ 2 มิติ เท่านั้น

2. เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็กใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดในการสร้างภาพของอวัยวะภายในร่างกาย และคลื่นนั้นมีผลกับร่างกายผู้ป่วยหรือไม่ อย่างไร

ตอบ เครื่องถ่ายภาพการสั่นพ้องแม่เหล็ก ใช้คลื่นวิทยุในการสร้างภาพของอวัยวะภายในร่างกาย โดยคลื่นวิทยุที่ใช้ไม่มีอันตรายใด ๆ ต่อร่างกายมนุษย์ แต่สตรีมีครรภ์ควรปรึกษาแพทย์ก่อนเข้ารับการรักษา

3. เพราะเหตุใด การถ่ายภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพสั่นพ้องแม่เหล็กจึงมีอันตรายน้อยกว่าการถ่ายภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

ตอบ เพราะเครื่องถ่ายภาพสั่นพ้องแม่เหล็กใช้คลื่นวิทยุซึ่งมีความถี่ต่ำกว่ารังสีเอกซ์ที่ใช้ในเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

4. ปัจจัยใดบ้าง ที่มีผลต่อความแม่นยำของการระบุตำแหน่งของเครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

ตอบ ความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศ ความชื้น อุณหภูมิ การหักเหของคลื่นสัญญาณทำให้ความแม่นยำลดลง

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

เรื่อง การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รายวิชา ฟิสิกส์ 5

รหัสวิชา ว30205 เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

รวม 14 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็ก ที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสารรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

8. สืบค้น และอธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

3. สาระสำคัญ

การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิดคือ แอนะล็อก และดิจิทัล

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. เปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัลได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อส่งผ่านสารสนเทศจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สารสนเทศจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณสำหรับส่งไปยังปลายทาง โดยที่ปลายทางจะแปลงสัญญาณกลับมาเป็นสารสนเทศที่เหมือนเดิม สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิดคือ แอนะล็อก และดิจิทัล การส่งผ่านสารสนเทศด้วยสัญญาณดิจิทัลสามารถส่งผ่านได้โดยมีความผิดพลาดน้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นสร้างความสนใจ

13. ครูถามนักเรียนว่าการสื่อสารด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีการใช้สัญญาณจากอะไรบ้าง ตามความเข้าใจและพื้นฐานเดิมของนักเรียน (แนวคำตอบ : คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่นำมาใช้ส่งสัญญาณเพื่อการสื่อสาร ได้แก่ คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ และแสงที่ตามองเห็น)
14. ครูแนะนำนักเรียนว่า สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารมีสองชนิดคือ แอนะล็อก และดิจิทัล

ชั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนสืบค้นการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วย การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นวิทยุ การสื่อสารโดยอาศัยไมโครเวฟ และการสื่อสารโดยอาศัยแสง
2. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เป็นแผนผังความคิดของตนเอง

ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูใช้รูป 18.24 นำอภิปรายจนสรุปได้ว่า การกระจายสัญญาณเสียงของสถานีวิทยุจะแปลงคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า จากนั้นนำไปผสมกับคลื่นวิทยุ ส่งเป็นสัญญาณเสียงกระจายออกจากสถานีวิทยุไปยังเครื่องรับ เครื่องรับจะแยกสัญญาณไฟฟ้าออกจากคลื่นวิทยุ แล้วแปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับเป็นคลื่นเสียง
2. ครูถามนักเรียนว่าการผสมสัญญาณไฟฟ้ากับคลื่นวิทยุทำได้กี่แบบ และครูใช้รูป 18.25 นำอภิปรายการผสมสัญญาณไฟฟ้ากับคลื่นวิทยุ จนสรุปได้ว่าการผสมสัญญาณมี 2 แบบ คือ ระบบวิทยุเอเอ็ม และระบบวิทยุเอฟเอ็ม และแต่ละแบบต่างก็มีข้อดีและข้อด้อย
3. ครูใช้รูป 18.26 นำอภิปรายจนสรุปได้ว่า การส่งและรับสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีขั้นตอนคล้ายการกระจายสัญญาณเสียงของสถานีวิทยุ แต่มีความแตกต่างที่การแบ่งขอบเขตพื้นที่การรับและส่งสัญญาณหรือ เซลล์ (cell) ออกเป็นพื้นที่ไม่กว้างมาก โดยแต่ละเซลล์มีสถานีฐาน (base station) ที่ทำหน้าที่รับและส่งต่อสัญญาณระหว่างกัน เมื่อส่งสัญญาณถึงโทรศัพท์ของผู้รับ สัญญาณจะถูกแปลงเป็นสัญญาณเสียงหรือข้อมูลให้ผู้รับ
4. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการส่งและรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายจนสรุปได้ว่า การส่งและรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายคล้ายกับการส่งและรับสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ แต่จะใช้คลื่นความถี่แตกต่างจากความถี่ของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนของสัญญาณ
5. ครูนำนักเรียนอภิปรายว่าการสื่อสารโดยใช้ไมโครเวฟสามารถนำมาใช้สื่อสารได้ เช่นเดียวกับคลื่นวิทยุ ผ่านชั้นบรรยากาศได้ดีกว่าคลื่นวิทยุ แต่ไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางได้ดีเท่าคลื่นวิทยุ
6. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการใช้เส้นใยนำแสงในการรับส่งสัญญาณ คือสายนำสัญญาณที่ผลิตด้วยใยแก้วบริสุทธิ์ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งสัญญาณแสงได้ในระยะทางไกล การสูญเสียสัญญาณต่ำ และสามารถส่งข้อมูลได้ในขนาดมาก ๆ (Bandwidth) และไม่มีผลกระทบกับคลื่นสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า และข้อมูลรั่วไหลได้ยาก

ชั้นขยายความรู้

9. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับสัญญาณว่า สัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณที่มีค่าเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงสองสถานะ
10. ครูใช้รูป 18.30 นำนักเรียนอภิปรายจนสรุปได้ว่า สัญญาณแอนะล็อก เป็นสัญญาณที่มีค่าต่าง ๆ ของสัญญาณเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามเวลา แต่สัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณที่มีค่าต่าง ๆ ของสัญญาณเปลี่ยนแปลงเพียงสองสถานะ เช่น มีหรือไม่มี เปิดหรือปิด โดยในปัจจุบันสัญญาณดิจิทัลได้รับความนิยมเพราะทำให้เกิดความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล น้อยกว่าสัญญาณแอนะล็อก

ชั้นประเมินผล

9. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้เป็นแผนผังความคิดของตนเอง
10. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.5 และแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 18 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้	- การทำแผนผังความคิด - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.5 และแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 18 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำแผนผังความคิดและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.5 และทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 18 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. เปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัลได้	- การทำแผนผังความคิด - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.5 และแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 18 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำแผนผังความคิดและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.5 และทำแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 18 ได้ถูกต้องร้อยละ 80

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

- การทำแผนผังความคิด
- คำถามในชั้นเรียน
- คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.5 และแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 18 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.

- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลาร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.5

1. ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ก่อนที่สัญญาณไฟฟ้าของข้อมูลจะถูกส่งออกจากผู้ส่งไปยังผู้รับ จะต้องผ่านกระบวนการใดก่อน

.....

.....

.....

.....

2. การฝากสัญญาณเสียงไปกับคลื่นในระบบวิทยุแบบเอฟเอ็ม คลื่นวิทยุที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. สัญญาณแอนะล็อกแตกต่างจากสัญญาณดิจิทัลอย่างไร

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 18

1. ใช้ลวดตัวนำต่อกับแบตเตอรี่และหลอดไฟจนครบวงจร ขณะกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอ ลวดตัวนำนี้ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

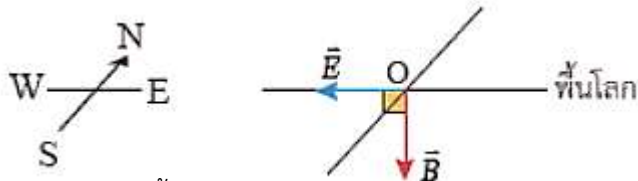
2. "คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีอัตราเร็วเท่ากันในทุกตัวกลาง เท่ากับอัตราเร็วของแสง" คำกล่าวข้างต้นนี้ถูกต้องหรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

.....

3. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขณะหนึ่ง ณ ตำแหน่ง O มีสนามไฟฟ้าขนานกับพื้นโลกชี้ไปทางทิศตะวันตกและสนามแม่เหล็กมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นโลก ดังรูป



แหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้อยู่ทางทิศใดของตำแหน่ง O

.....

.....

.....

4. การใช้ดาวเทียมสำรวจการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ต้องใช้เซนเซอร์หรือตัวรับรู้ที่ตรวจวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

5. ดาวฤกษ์สีน้ำเงินกับดาวฤกษ์สีเหลือง ดาวฤกษ์ดวงใดมีอุณหภูมิสูงกว่ากัน

.....

.....

.....

6. ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดในการรับส่งสารสนเทศ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

ปัญหา บทที่ 18

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. การเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กทำให้เกิดสนามไฟฟ้า

ข. สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีเฟสต่างกัน 90 องศา

ค. สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมีทิศตั้งฉากซึ่งกันและกันและตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นด้วย

ง. ในตัวกลางเดียวกัน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความถี่มีความเร็วเท่ากัน

.....

.....

.....

.....

.....

2. แสงที่คนเรามองเห็นมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400 นาโนเมตร ถึง 700 นาโนเมตร จงหาช่วงความถี่ของแสงที่ตามองเห็น

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้าดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทาง 384,000 กิโลเมตร จงหาระยะเวลาที่แสงเคลื่อนที่จากดวงจันทร์ถึงโลก

.....

.....

.....

.....

4. แสงเคลื่อนที่จากดาวซิริอุสถึงโลกใช้เวลา 8.61 ปี จงหาระยะทางจากดาวซิริอุสถึงโลกในหน่วยกิโลเมตร

.....

.....

.....

.....

5. จงเรียงลำดับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อไปนี้ รังสีเอกซ์ อินฟราเรด ไมโครเวฟ วิทยุ รังสีอัลตราไวโอเล็ต ตามความถี่จากมากไปน้อย

.....

.....

.....

.....

6. รังสีเอกซ์กับรังสีแกมมามีข้อเหมือนกันและข้อที่แตกต่างกันอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

7. เพราะเหตุใด โทรศัพท์ที่ใช้ระบบรับสัญญาณแบบดิจิทัล จึงให้ภาพและเสียงที่คมชัดกว่าโทรศัพท์ที่ใช้ระบบสัญญาณแอนะล็อก

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 18.5

1. ในการสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ก่อนที่สัญญาณไฟฟ้าของข้อมูลจะถูกส่งออกจากผู้ส่งไปยังผู้รับ จะต้องผ่านกระบวนการใดก่อน

ตอบ ต้องนำไปผสมกับคลื่นวิทยุ

2. การฝากสัญญาณเสียงไปกับคลื่นในระบบวิทยุแบบเอฟเอ็ม คลื่นวิทยุที่ได้จะมีลักษณะอย่างไร

ตอบ คลื่นวิทยุที่ได้มีความถี่เปลี่ยนแปลงตามสัญญาณไฟฟ้าที่นำมาผสม โดยแอมพลิจูดของคลื่นวิทยุไม่เปลี่ยนแปลง

3. สัญญาณแอนะล็อกแตกต่างจากสัญญาณดิจิทัลอย่างไร

ตอบ สัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณที่มีค่าต่าง ๆ เช่น สนามไฟฟ้า เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตามเวลา ส่วนสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณที่มีค่าต่าง ๆ เช่น สนามไฟฟ้า เปลี่ยนแปลงเพียง 2 สถานะ เช่น มีหรือไม่มี เปลี่ยนแปลงอย่างไม่ต่อเนื่องตามเวลา

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 18

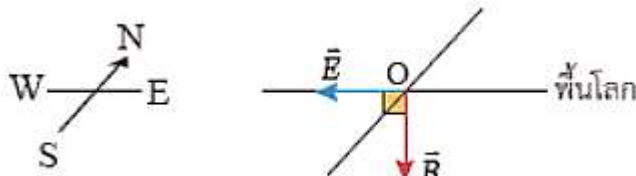
1. ใช้ลวดตัวนำต่อกับแบตเตอรี่และหลอดไฟจนครบวงจร ขณะกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอ ลวดตัวนำนี้ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ ไม่ได้ เพราะขณะกระแสไฟฟ้าสม่ำเสมอ สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ารอบลวดตัวนำไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

2. "คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีอัตราเร็วเท่ากันในทุกตัวกลาง เท่ากับอัตราเร็วของแสง" คำกล่าวข้างต้นนี้ถูกต้องหรือไม่ จงอธิบาย

ตอบ ไม่ถูกต้อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิดมีอัตราเร็วเท่ากันเฉพาะในสุญญากาศ ส่วนในตัวกลางต่าง ๆ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละชนิดรวมทั้งแสงมีอัตราเร็วต่างกันและน้อยกว่าอัตราเร็วแสงในสุญญากาศ

3. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขณะหนึ่ง ณ ตำแหน่ง O มีสนามไฟฟ้าขนานกับพื้นโลกชี้ไปทางทิศตะวันตก และสนามแม่เหล็กมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นโลก ดังรูป



แหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้อยู่ทางทิศใดของตำแหน่ง O

ตอบ ทิศเหนือ เพราะเมื่อหาทิศการเคลื่อนที่ด้วยมือขวาจะได้ทิศเคลื่อนที่ไปทางใต้ของจุด O แสดงว่าแหล่งกำเนิดอยู่ทิศเหนือของจุด O ดังรูป



4. การใช้ดาวเทียมสำรวจการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ต้องใช้เซนเซอร์หรือตัวรับรู้ที่ตรวจวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงใด เพราะเหตุใด

ตอบ อินฟราเรด เพราะวัตถุต่าง ๆ จะแผ่รังสีอินฟราเรดตลอดเวลา และสามารถผ่านเมฆหมอกได้ดี

5. ดาวฤกษ์สีน้ำเงินกับดาวฤกษ์สีเหลือง ดาวฤกษ์ดวงใดมีอุณหภูมิสูงกว่ากัน

ตอบ ดาวฤกษ์ที่มีสีน้ำเงินจะมีอุณหภูมิสูงกว่าดาวฤกษ์ที่มีสีเหลือง เพราะพลังงานของแสงจะขึ้นอยู่กับความถี่ โดย พลังงานของแสงที่มีความถี่สูงจะมีค่ามาก ความถี่ของแสงสีน้ำเงินสูงกว่าความถี่ของแสงสีเหลือง ดาวฤกษ์ที่มีสีน้ำเงินให้แสงสีน้ำเงินซึ่งมีพลังงานสูงจึงมีอุณหภูมิสูงกว่าดาวฤกษ์ที่มีสีเหลือง

6. ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดใดในการรับส่งสารสนเทศ เพราะเหตุใด
- ตอบ ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิด คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ แสง เพราะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้างกล่าวสามารถนำมาผสมกับสัญญาณไฟฟ้าในการรับส่งสารสนเทศได้

เฉลยปัญหา บทที่ 18

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. การเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กทำให้เกิดสนามไฟฟ้า

ข. สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีเฟสต่างกัน 90 องศา

ค. สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กมีทิศตั้งฉากซึ่งกันและกันและตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นด้วย

ง. ในตัวกลางเดียวกัน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความถี่มีความเร็วเท่ากัน

วิธีทำ ข้อ ข. ไม่ถูกต้อง เพราะสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศมีเฟสตรงกัน

ข้อ ง. ไม่ถูกต้อง เพราะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความถี่มีความเร็วเท่ากัน เฉพาะในสุญญากาศ

ตอบ ข้อ ข. และ ง.

2. แสงที่คนเรามองเห็นมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400 นาโนเมตร ถึง 700 นาโนเมตร จงหาช่วงความถี่ของแสงที่ตามองเห็น

วิธีทำ หาความถี่ได้จากสมการ $f = \frac{v}{\lambda}$ โดยความเร็วแสงในสุญญากาศเท่ากับ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

หาความถี่ของแสง $\lambda = 400 \text{ nm}$ จาก $f = \frac{v}{\lambda}$

แทนค่า $f = \frac{3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 7.50 \times 10^{14} \text{ Hz}$

หาความถี่ของแสง $\lambda = 700 \text{ nm}$ จาก $f = \frac{v}{\lambda}$

แทนค่า $f = \frac{3 \times 10^8}{700 \times 10^{-9}} = 4.29 \times 10^{14} \text{ Hz}$

ตอบ ช่วงความถี่ของแสงที่ตามองเห็นคือ 4.29×10^{14} เฮิรตซ์ ถึง 7.50×10^{14} เฮิรตซ์

3. ถ้าดวงจันทร์อยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทาง 384,000 กิโลเมตร จงหาระยะเวลาที่แสงเคลื่อนที่จากดวงจันทร์ถึงโลก

วิธีทำ หาระยะเวลาที่แสงเคลื่อนที่จากดวงจันทร์ถึงโลกจากสมการ $t = \frac{s}{v}$

แทนค่า $t = \frac{384,000 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 1.28 \text{ s}$

ตอบ ระยะเวลาที่แสงเคลื่อนที่จากดวงจันทร์ถึงโลก คือ 1.28 วินาที

4. แสงเคลื่อนที่จากดาวซีริอัสถึงโลกใช้เวลา 8.61 ปี จงหาระยะทางจากดาวซีริอัสถึงโลกในหน่วยกิโลเมตร

วิธีทำ หาระยะทางจากดาวซีริอัสถึงโลกจากสมการ $s = vt$

จากเวลาที่แสงเดินทางจากดาวซีริอัสถึงโลก คือ 8.61 ปี

หรือเท่ากับ 8.61 ปี $\times$ 365 วันต่อปี $\times$ 24 ชั่วโมงต่อวัน $\times$ 60 นาทีต่อชั่วโมง $\times$ 60 วินาทีต่อนาที

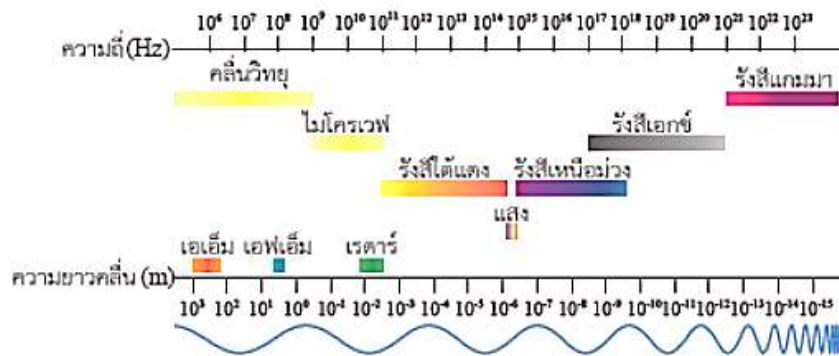
ซึ่งเท่ากับ 271,524,960 วินาที

แทนค่า $s = (3 \times 10^8)(271,524,960)$
 $= 8.15 \times 10^{13} \text{ km}$

ตอบ ระยะทางจากดาวซีริอัสถึงโลกคือ 8.15×10^{13} กิโลเมตร

5. จงเรียงลำดับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อไปนี้ รังสีเอกซ์ อินฟราเรด ไมโครเวฟ วิทยุ รังสีอัลตราไวโอเล็ต ตามความถี่จากมากไปน้อย

วิธีทำ จากรูป 18.5 สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหนังสือเรียน



สามารถเรียงลำดับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามความถี่จากมากไปน้อยได้ดังนี้ รังสีเอกซ์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต อินฟราเรด ไมโครเวฟ วิทยุ

ตอบ รังสีเอกซ์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต อินฟราเรด ไมโครเวฟ วิทยุ

6. รังสีเอกซ์กับรังสีแกมมามีข้อเหมือนกันและข้อที่แตกต่างกันอย่างไรบ้าง

ตอบ ข้อที่เหมือนกัน คือ

ก. เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง

ข. มีพลังงานสูง มีอำนาจทะลุผ่านสูง มีอันตรายต่อระบบทางชีวภาพมาก

ค. ไม่เป็นอันตรายในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า

ข้อที่แตกต่างกัน คือ รังสีเอกซ์เกิดจากการเปลี่ยนความเร็วของอิเล็กตรอนแล้วปลดปล่อยพลังงานในรูปรังสีเอกซ์หรืออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปชนอะตอมของธาตุที่เป็นเป้า ทำให้อะตอมของเป้าปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์ แต่รังสีแกมมาเกิดจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสี

7. เพราะเหตุใด โทรทัศน์ที่ใช้ระบบรับสัญญาณแบบดิจิทัล จึงให้ภาพและเสียงที่คมชัดกว่าโทรทัศน์ที่ใช้ระบบสัญญาณแอนะล็อก

ตอบ เนื่องจากการส่งสัญญาณภาพและเสียงแบบดิจิทัลถูกรบกวนจากสัญญาณจากสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการส่งด้วยสัญญาณแอนะล็อก

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 2 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์อะตอม

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

10. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

ทอมสันพบรังสีแคโทดซึ่งเป๋ียงเบนได้ในสนามแม่เหล็ก ต่อมาทอมสันพบว่าลำของรังสีแคโทดมีประจุไฟฟ้าลบเรียกว่าอนุภาครังสีแคโทด และสามารถวัดอัตราส่วนระหว่างประจุต่อมวลได้ด้วย และนำไปเปรียบเทียบกับแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก และแรงเข้าสู่ศูนย์กลาง ต่อมาจึงตั้งชื่อรังสีนี้ว่าอิเล็กตรอนซึ่งเป็นองค์ประกอบของอะตอมทุกชนิด มีลลิกแกทตลอดหาค่าประจุไฟฟ้าจากหยดน้ำมันเล็ก ๆ ในสนามไฟฟ้า

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- สืบค้น อภิปราย และสำรวจตรวจสอบ เกี่ยวกับอะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอนได้
- อธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับอะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอนได้
- จำแนกรังสีที่เกิดจากอะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอนเมื่อกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

- ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

ทอมสันพบรังสีแคโทดซึ่งเบี่ยงเบนได้ในสนามแม่เหล็ก ต่อมาทอมสันพบว่าลำของรังสีแคโทดมีประจุไฟฟ้าลบเรียกว่าอนุภาครังสีแคโทด และสามารถวัดอัตราส่วนระหว่างประจุต่อมวลได้ด้วย นอกจากนี้ยังนำไปเปรียบเทียบกับแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็ก และแรงเข้าสู่ศูนย์กลางดังสมการ

$$F = qvB = \frac{mv^2}{r}$$
$$\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$$
$$v = \frac{E}{B}$$

ต่อมาจึงตั้งชื่อรังสีนี้ว่าอิเล็กตรอนซึ่งเป็นองค์ประกอบของอะตอมทุกชนิด
มิลลิแกนทดลองหาค่าประจุไฟฟ้าจากหยดน้ำมันเล็ก ๆ ในสนามไฟฟ้า ได้ค่า
ประจุไฟฟ้าเท่ากับ 1.602×10^{-19} คูลอมบ์
อัตราส่วนของ $\frac{q}{m} = 1.76 \times 10^{11}$ คูลอมบ์ต่อกิโลกรัม
มวลอิเล็กตรอน = 9.1×10^{-31} กิโลกรัม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

- ครูเปิดสื่อวีดีโอ เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน และถามนักเรียนว่า
 - 1.1 ในการค้นพบอิเล็กตรอน ขั้นแรกนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสิ่งใดเล็กที่สุด
(แนวคำตอบ : อะตอม)
 - 1.2 นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบสิ่งใด จึงทำให้ทราบว่า มีสิ่งที่เล็กกว่าอะตอม
(แนวคำตอบ : รังสีที่เกิดจากขั้วแคโทด)
 - 1.3 นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบคุณสมบัติที่สำคัญของรังสีแคโทดได้อย่างไรบ้าง
(แนวคำตอบ : รังสีแคโทดเบี่ยงเบนเข้าหาขั้วไฟฟ้าบวกและเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก)
- ครูถามนักเรียนถึงความรู้เดิมในเรื่องของสนามแม่เหล็กและเปิดสื่อวีดีโอ เรื่อง มหัศจรรย์สนามแม่เหล็กโลก เพื่อให้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในการเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กได้
- ครูถามนักเรียนว่า ในการศึกษาเรื่องของฟิสิกส์อะตอม เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสาขาวิชาใดบ้างและเกี่ยวข้องกันอย่างไร (แนวคำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

ขั้นสำรวจและค้นหา

- ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่ม ให้ปรึกษากันว่า ในการทดลองของนักวิทยาศาสตร์เพื่อการค้นพบอิเล็กตรอนนั้นมีความสำคัญอย่างไร และความแตกต่างระหว่างการทดลองของทอมสันและมิลลิแกนเป็นอย่างไร (แนวคำตอบแบบปลายเปิด)
- ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2-3 กลุ่มตอบคำถามว่าในการทดลองของนักวิทยาศาสตร์เพื่อการค้นพบอิเล็กตรอนนั้นมีความสำคัญอย่างไร และความแตกต่างระหว่างการทดลองของทอมสันและมิลลิแกนเป็นอย่างไร
- ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มปรึกษากันว่า ในเมื่อการทดลองของทอมสันและมิลลิแกนพบว่าสิ่งที่เล็กกว่าอะตอมนั้นคือ อิเล็กตรอน แสดงว่าสารทุกชนิดจะต้องประกอบไปด้วยอิเล็กตรอน ใช่หรือไม่ (แนวคำตอบ : ใช่)

4. ครูถามนักเรียนว่า หากนักเรียนต้องการทดสอบความเร็วของอิเล็กตรอน นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร (แนวคำตอบ : ในการทดลองของทอมสันอิเล็กตรอนวิ่งเป็นเส้นตรง แสดงว่าอิเล็กตรอนถูกแรงกระทำ 2 แรง คือ แรงจากสนามไฟฟ้าและแรงจากสนามแม่เหล็ก และแรงทั้งสองมีค่าเท่ากัน จึงทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงอยู่ในแนวระดับได้ ดังนั้นสามารถหาความเร็วได้จากความสัมพันธ์ของแรงทั้งสองนี้)

ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการหาความเร็วของอิเล็กตรอนในการทดลองของทอมสันโดยพิจารณาจาก

$$\text{แรงจากสนามไฟฟ้า } (F = qE)$$

$$\text{แรงจากสนามแม่เหล็ก } (F = qvB)$$

หากแรงทั้งสองมีค่าเท่ากันและมีทิศตรงกันข้าม จะทำให้อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงอยู่ในแนวระดับ และจะได้ว่า

$$qvB = qE$$

$$v = \frac{E}{B}, \quad E = \frac{V}{d}$$

$$v = \frac{V}{dB}$$

เมื่อ v คือความเร็วอิเล็กตรอน (เมตร/วินาที)

B คือความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (เทสลา)

E คือความเข้มสนามไฟฟ้า (นิวตัน/คูลอมบ์ , โวลต์/เมตร)

V คือความต่างศักย์ที่ใช้ (โวลต์)

D คือระยะห่างของขั้วไฟฟ้า (เมตร)

และเมื่อยิงรังสีแคโทดตัดสนามแม่เหล็กอย่างเดียว อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่เป็นวงกลม

จาก
$$r = \frac{mv}{qB}$$

จะได้
$$\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}$$

เมื่อ q คือประจุของอิเล็กตรอน 1 ตัว (คูลอมบ์)

v คือความเร็วของอิเล็กตรอน (เมตร/วินาที)

r คือรัศมีวงโคจรอิเล็กตรอน (เมตร)

m คือมวลอิเล็กตรอน 1 ตัว (กิโลกรัม)

B คือความเข้มสนามแม่เหล็ก (เทสลา)

จากการทดลองของทอมสัน จะได้ $\frac{q}{m}$ ของอิเล็กตรอนมีค่า

1.76×10^{11} คูลอมบ์/กิโลกรัม คงที่เสมอไม่ว่าจะเปลี่ยนขั้วแคโทดเป็นอะตอม

ของธาตุชนิดใดก็ตาม แสดงว่า อิเล็กตรอนของธาตุทุกชนิดจะมีอัตราส่วนของประจุและมวลเท่ากันเสมอ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการหาประจุของอิเล็กตรอนในการทดลองของมิลลิแกนโดยพิจารณาจาก

น้ำหนักหยดน้ำมัน ($W = mg$) ซึ่งมีทิศลง

แรงของสนามไฟฟ้า ($F = qE$) ซึ่งมีทิศขึ้น

หากปรับขนาดของแรงทั้งสองให้มีค่าเท่ากันหยดน้ำมันจะลอยอยู่นิ่งได้

จาก

$$F_{\text{ขึ้น}} = F_{\text{ลง}}$$

$$qE = mg, q = ne$$

$$neE = mg$$

$$ne = \frac{mg}{E}$$

เมื่อ q คือประจุรวมทั้งหมดในหยดน้ำมัน (คูลอมบ์)

n คือจำนวนอิเล็กตรอน

e คือประจุอิเล็กตรอน 1 ตัว = 1.6×10^{-19} คูลอมบ์

m คือมวลของหยดน้ำมันทั้งหมด (กิโลกรัม)

E คือความเข้มสนามไฟฟ้า (นิวตัน/คูลอมบ์)

จากการทดลองจะได้ $ne = \text{จำนวนเต็ม} \times 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์

เช่น $ne = 1 \times 1.6 \times 10^{-19}$ คูลอมบ์

$$ne = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ คูลอมบ์}$$

$$ne = 3 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ คูลอมบ์}$$

จึงสรุปว่าอิเล็กตรอน 1 ตัว มีประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ ส่วนจำนวนเต็มคูณอยู่

ก็คือจำนวนอิเล็กตรอนนั่นเอง

ขั้นขยายความรู้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการค้นพบอิเล็กตรอนของนักวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ท่าน คือ ทอมสันและมิลลิแกน ดังนี้

สสารโดยทั่วไปนั้นจะประกอบด้วยอนุภาคที่ เรียกว่าอะตอม อยู่ในใน แต่ละ

อะตอมจะประกอบไปด้วยอนุภาคมูลฐานซึ่งได้แก่ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน

ซึ่งเราจะได้ศึกษาถึงการค้นพบอนุภาคมูลฐานเหล่านี้ในหัวข้อต่อ ๆ ไป การศึกษา

เกี่ยวกับอะตอมมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วหลังจากมีการประดิษฐ์หลอดแก้ว

สุญญากาศขึ้นมา หลอดแก้วสุญญากาศเป็นหลอดแก้วกลวงปิดสนิทภายในมีขั้วไฟฟ้า

2 ขั้ว คือขั้ว แคโทดและขั้วแอโนด ภายในหลอดนี้จะมีแก๊สอยู่น้อยมากจนถือว่าเป็น

สุญญากาศได้ ผนังหลอดด้านในจะฉาบเอาไว้ด้วยสารเรืองแสง ซึ่งจะเรืองแสงขึ้นมาให้

เห็นเมื่อมีรังสีมาตกกระทบ เมื่อนำหลอดแก้วสุญญากาศไปต่อกับเครื่องกำเนิด

กระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงประมาณ 10000 โวลต์ โดยต่อขั้วไฟฟาลบเข้ากับแคโทด

และขั้วไฟฟ้าบวกเข้ากับแอโนด จะเกิดรังสีพุ่งออกมาจากขั้วแคโทด จึงเรียกรังสีนี้ว่ารังสี

แคโทด

2. ครูถามนักเรียนว่าการค้นพบนี้มีประโยชน์ต่อมวลมนุษยอย่างไร (แนวคำตอบเป็นแบบปลายเปิด)

ขั้นประเมินผล

1. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. สื่อวีดีโอ เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน
3. สื่อวีดีโอ เรื่อง มหัศจรรย์สนามแม่เหล็กโลก
4. ใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. สืบค้น อภิปราย และสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับอะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอนได้ 2. อธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมได้	- คำถามในชั้นเรียน - ใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของอะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน ร้อยละ 70 - นักเรียนทำใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอนได้ถูกต้อง ร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับอะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอนได้ 2. จำแนกรังสีที่เกิดจากอะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอนเมื่อกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	- คำถามในชั้นเรียน - ใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของอะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน ร้อยละ 70 - นักเรียนทำใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอนได้ถูกต้อง ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- คำถามในชั้นเรียน - ใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 70

ใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน

1. สมบัติของรังสีแคโทดข้อใดที่ทำให้ทราบว่ารังสีแคโทดประกอบไปด้วยอนุภาค
 1. เบี่ยงเบนเข้าหาขั้วไฟฟ้าบวกและสนามแม่เหล็ก
 2. ไม่ทะลุแผ่นโลหะบาง ๆ ที่วางกั้นและชนกั๊กแล้วทำให้กั๊กหันหมุนได้
 3. ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสงได้
 4. ถูกทุกข้อ
2. สมบัติของรังสีแคโทดข้อใดที่ทำให้ทราบว่า อนุภาคในรังสีแคโทดมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ
 1. เบี่ยงเบนเข้าหาขั้วไฟฟ้าบวกและสนามแม่เหล็ก
 2. ไม่ทะลุแผ่นโลหะบาง ๆ ที่วางกั้นและชนกั๊กแล้วทำให้กั๊กหันหมุนได้
 3. ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสงได้
 4. ถูกทุกข้อ
3. ในการทดลองหาอัตราเร็วอิเล็กตรอน ถ้าใช้สนามแม่เหล็กความเข้ม 2×10^{-3} เทสลา และใช้สนามไฟฟ้าความเข้ม 3×10^4 นิวตัน/คูลอมบ์ ทำให้รังสีแคโทดเป็นเส้นตรงพอดี จงหาความเร็วของอนุภาครังสีแคโทดในหน่วยเมตรต่อวินาที
 1. 1.0×10^7
 2. 1.5×10^7
 3. 2.0×10^7
 4. 2.5×10^7

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบงาน เรื่อง อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน

- สมบัติของรังสีแคโทดข้อใดที่ทำให้ทราบว่ารังสีแคโทดประกอบไปด้วยอนุภาค
 - เบี่ยงเบนเข้าหาขั้วไฟฟ้าบวกและสนามแม่เหล็ก
 - ไม่ทะลุแผ่นโลหะบาง ๆ ที่วางกั้นและชนกั้นแล้วทำให้กั้นหันหมุนได้
 - ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสงได้
 - ถูกทุกข้อ
- สมบัติของรังสีแคโทดข้อใดที่ทำให้ทราบว่า อนุภาคในรังสีแคโทดมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ
 - เบี่ยงเบนเข้าหาขั้วไฟฟ้าบวกและสนามแม่เหล็ก
 - ไม่ทะลุแผ่นโลหะบาง ๆ ที่วางกั้นและชนกั้นแล้วทำให้กั้นหันหมุนได้
 - ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสงได้
 - ถูกทุกข้อ
- ในการทดลองหาอัตราเร็วอิเล็กตรอน ถ้าใช้สนามแม่เหล็กความเข้ม 2×10^{-3} เทสลา และใช้สนามไฟฟ้าความเข้ม 3×10^4 นิวตัน/คูลอมบ์ ทำให้รังสีแคโทดเป็นเส้นตรงพอดี จงหาความเร็วของอนุภาครังสีแคโทดในหน่วยเมตรต่อวินาที

1. 1.0×10^7 2. 1.5×10^7 3. 2.0×10^7 4. 2.5×10^7

วิธีทำ สนามแม่เหล็กความเข้ม 2×10^{-3} เทสลา

สนามไฟฟ้าความเข้ม 3×10^4 นิวตัน/คูลอมบ์

จาก
$$v = \frac{E}{B}$$

แทนค่า
$$v = \frac{3 \times 10^4}{2 \times 10^{-3}} = 1.5 \times 10^{4-(-3)} = 1.5 \times 10^7 \text{ m/s}$$

ตอบ ความเร็วของอนุภาครังสีแคโทดมีค่า 1.5×10^7 เมตรต่อวินาที

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

เรื่อง การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำและสมมติฐานของพลังค์
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์อะตอม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา 30205
เวลา 4 ชั่วโมง รวม 26 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยางค์ และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

10. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

พลังค์เสนอสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมพลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานตาม สมการ $E = nhf$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำและสมมติฐานของพลังค์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมมติฐานของพลังค์ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

วัตถุดำ (blackbody) เป็นวัตถุที่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์ พลังค์ได้ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำ เรียกว่า สมมติฐานของพลังค์ (Planck's hypothesis) ซึ่งมีใจความว่า พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามี

ค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้เป็นจำนวนเต็มเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมของพลังงาน (quantum of energy) ตามสมการ $E = nhf$

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

4. ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง What is Blackbody Radiation? จาก <https://www.youtube.com/watch?v=nalbVpSsiBU> และถามนักเรียนว่า วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงหรือวัตถุร้อนแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใดบ้างเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิและสมบัติของผิววัตถุอย่างไร (แนวคำตอบ : ความรู้จากฟิสิกส์แบบฉบับไม่สามารถอธิบายการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุร้อนได้)
5. ครูชี้แจงนักเรียนว่าการอธิบายการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุร้อนได้อย่างไร เราจะได้อะไรมาจากการศึกษาได้จากหัวข้อต่อไปนี้

ขั้นสำรวจและค้นหา

5. ครูใช้รูป 19.1 ในหนังสือเรียน และยกสถานการณ์การทำดาบหรือมีดด้วยความร้อน แล้วถามนักเรียนว่า เมื่อเผาวัตถุให้ร้อน นักเรียนสังเกตเห็นสีของวัตถุที่เปลี่ยนไปอย่างไร แต่ละบริเวณของวัตถุร้อนมีสีอะไรบ้าง นักเรียนคิดว่าที่บริเวณใดวัตถุมีอุณหภูมิสูงกว่ากัน และวัตถุอื่น ๆ ที่ร้อนจะมีพฤติกรรมเช่นเดียวกันหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นและอภิปรายร่วมกัน
6. ครูสุ่มนักเรียนตอบคำถามที่ได้จากการสืบค้นและอภิปรายร่วมกันในข้อที่ 1 ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า วัตถุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 0 เคลวิน มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเสมอ เรียกว่า การแผ่รังสีความร้อน โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมามีความถี่ต่อเนื่อง เรียกว่า สเปกตรัมต่อเนื่อง และความยาวคลื่นที่มีความเข้มสูงสุดขึ้นกับอุณหภูมิของวัตถุนั้น และมีสีเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของวัตถุ
7. ครูใช้รูป 19.2 ในหนังสือเรียน อภิปรายร่วมกับนักเรียนจนสรุปได้ว่า วัตถุที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ จะแผ่รังสีความร้อนโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มสูงสุดกับความยาวคลื่น เช่น วัตถุที่มีอุณหภูมิ 3000 เคลวินจะแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเข้มสูงสุดในช่วงอินฟราเรด เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอีก ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมามากที่สุดจะมีความยาวคลื่นลดลง ตามแนวเส้นประในรูป 19.2
8. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงคำถามที่ว่า ในวิชาศิลปะ เรามักบอกว่าสีโทนเย็นคือพวกสีฟ้า สีน้ำเงิน ส่วนสีโทนร้อนคือพวกสีส้ม สีแดง นักเรียนคิดว่า เปลวไฟจากแก๊สหุงต้มที่ใช้ตามครัวเรือน ส่วนของเปลวไฟที่เป็นสีฟ้าน้ำเงิน หรือส่วนที่เป็นสีส้มแดง ส่วนใดจะร้อนมากกว่ากัน (แนวคำตอบ : เปลวไฟที่เป็นสีฟ้าน้ำเงินจะร้อนมากกว่า (อุณหภูมิสูงกว่า) ส่วนที่เป็นสีส้มแดง)

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายกิจกรรมคำถามที่ผ่านมา จนสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มกับความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากวัตถุ ตามรูป 19.2 ในหนังสือเรียน ไม่สามารถอธิบายได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์โดยใช้ฟิสิกส์แบบฉบับ เนื่องจากฟิสิกส์แบบฉบับทำนายว่า ยิ่งวัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากเท่าใด ก็จะมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นสั้นออกมาจากวัตถุนั้น จากความสัมพันธ์ระหว่าง

ความเข้มกับความยาวคลื่นที่แผ่ออกมาจากวัตถุที่มีอุณหภูมิค่าหนึ่ง นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันชื่อ มักซ์ พลังค์ ได้เสนอสมมติฐานเกี่ยวกับการแผ่รังสีของวัตถุดำ ตามผลการทดลองในรูป 19.3 ในหนังสือเรียน ซึ่งสามารถอธิบายการแผ่รังสีของวัตถุทั่วไปตามรูป 19.2 และครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การที่วัตถุดำสามารถแผ่และดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์นั้นหมายถึง ไม่มีการส่งผ่าน (transmission) และ การสะท้อน (reflectoin) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุดำ มีเพียงการแผ่ (emission) และการดูดกลืน (absorption) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุดำเท่านั้น โดยเกิดขึ้นกับทุกความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2. ครูให้นักเรียนสืบค้นแนวคิดของพลังค์เกี่ยวกับการแผ่รังสีของวัตถุดำ และนำเสนอผลการสืบค้น จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันจนสรุปได้ว่า พลังงานที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้จะเป็นจำนวนเต็มเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมของพลังงาน โดยแสงความถี่ f จะมีพลังงานที่ดูดกลืนหรือแผ่ออกมา ตามสมการ $E = nhf$

ชั้นขยายความรู้

3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า หากสรุปการศึกษาสำหรับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำ และสมมติฐานของพลังค์แล้วจะได้ว่า วัตถุดำ (blackbody) เป็นวัตถุที่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์พลังค์ได้ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำ เรียกว่า สมมติฐานของพลังค์ (Planck's hypothesis) ซึ่งมีใจความว่า พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัตถุดำดูดกลืนหรือแผ่ออกมามีค่าได้เฉพาะบางค่าเท่านั้น และค่านี้เป็นจำนวนเต็มเท่าของ hf เรียกว่า ควอนตัมของพลังงาน (quantum of energy) ตามสมการ $E = nhf$
4. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 19.1 - 19.3 โดยมีครูอธิบายร่วมด้วย

ชั้นประเมินผล

2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 19.1 ข้อ 1 และ 2

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. คลิปวิดีโอ เรื่อง What is Blackbody Radiation? จาก <https://www.youtube.com/watch?v=nalbVpSsiBU>

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของ วัตถุดำและสมมติฐานของพลังค์ได้	- คำถามในชั้นเรียน - แบบฝึกหัด 19.1 ข้อ 1 และ 2 ใน หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียน ได้สอดคล้องกับหลักการของ สมมติฐานของพลังค์ ร้อยละ 70 - นักเรียนทำแบบฝึกหัด 19.1 ข้อ 1 และ 2 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. คำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องกับ สมมติฐานของพลังค์ได้	- คำถามในชั้นเรียน - แบบฝึกหัด 19.1 ข้อ 1 และ 2 ใน หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียน ได้สอดคล้องกับหลักการของ สมมติฐานของพลังค์ ร้อยละ 70 - นักเรียนทำแบบฝึกหัด 19.1 ข้อ 1 และ 2 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- คำถามในชั้นเรียน - แบบฝึกหัด 19.1 ข้อ 1 และ 2 ใน หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้ อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 70

แบบฝึกหัด 19.1

1. แสงที่มีความถี่ 5.0×10^{14} เฮิรตซ์ ควอนตัมพลังงานมีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

2. พลังงาน 1.00×10^{-3} จูล ได้จากแสงความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร มีจำนวนควอนตัมพลังงานของแสงเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัด 19.1

1. แสงที่มีความถี่ 5.0×10^{14} เฮิรตซ์ ควอนตัมพลังงานมีค่าเท่าใด

วิธีทำ คำนวณควอนตัมของพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจาก $\epsilon = hf$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่า } f \text{ ที่ได้} \quad \epsilon &= hf \\ &= (6.626 \times 10^{-34})(5.0 \times 10^{14}) \\ &= 3.3 \times 10^{-19} \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{แปลงหน่วย} \quad \epsilon &= \frac{3.3 \times 10^{-19}}{1.60 \times 10^{-19}} \\ &= 2.1 \text{ eV}\end{aligned}$$

ตอบ 2.1 อิเล็กตรอนโวลต์

2. พลังงาน 1.00×10^{-3} จูล ได้จากแสงความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร มีจำนวนควอนตัมพลังงานของแสงเท่าใด

วิธีทำ หาความถี่จาก $f = \frac{c}{\lambda}$

$$\text{แทนค่า} \quad f = \frac{3 \times 10^8}{650 \times 10^{-9}} = 4.615 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

หาจำนวนควอนตัมพลังงาน (n) ของแสงได้จากสมการ $E = nhf$

$$\begin{aligned}\text{แทนค่าจะได้} \quad 1.00 \times 10^{-3} &= n(6.626 \times 10^{-34})(4.615 \times 10^{14}) \\ n &= 3.27 \times 10^{15}\end{aligned}$$

ตอบ จำนวนควอนตัมพลังงานของแสงเท่ากับ 3.27×10^{15}

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

เรื่อง ทฤษฎีอะตอมของโบร์

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์อะตอม

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการแผ่รังสีโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

10. อธิบายสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

ทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนที่เสนอโดยโบร์อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามสมมติฐานของพลังค์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน และพลังงานอะตอมของไฮโดรเจนได้

ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถนำไปคำนวณความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายทฤษฎีอะตอมของโบร์และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจนได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. คำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน พลังงานอะตอมของไฮโดรเจน และความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมแบบเส้นตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สารการเรียนรู้

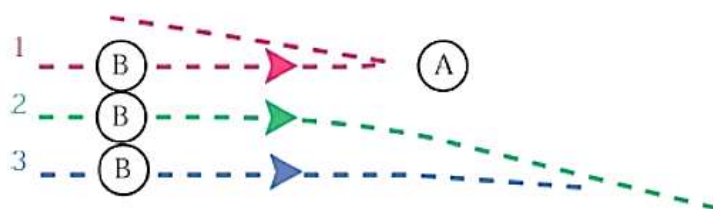
สเปกตรัมของแก๊ส เช่น ไฮโดรเจนและนีออน ในช่วงที่ตามองเห็น มีลักษณะเป็นเส้นแยกออกจากกัน เรียกว่าสเปกตรัมแบบเส้น (line spectrum) โบร์อธิบายสเปกตรัมแบบเส้นของแก๊สไฮโดรเจน โดยเสนอ ว่าคุณอะตอมของไฮโดรเจนมีใจความว่า อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียสโดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั้นจะ อยู่ในวงโคจรเฉพาะบางค่า ที่มีโมเมนตัมเชิงมุมตามสมการ $mvr = n\hbar$ ทำให้มีรัศมีวงโคจรตามสมการ $r_n = \left(\frac{\hbar^2}{mke^2}\right)n^2$ และมีพลังงานรวมของอิเล็กตรอนในวงโคจรตามสมการ $E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2e^4}{\hbar^2} \left(\frac{1}{n^2}\right)$ เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนวงโคจร จะมีการรับหรือปล่อยพลังงานบางค่าออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามสมมติฐานของพลังค์ ตามสมการ $hf = E_i - E_f$

ทฤษฎีอะตอมของโบร์สามารถใช้คำนวณหาพลังงานของอะตอมไฮโดรเจนที่สถานะพื้นมีค่า $E_1 = -21.76 \times 10^{-19} J$ หรือ -13.6 eV พลังงานที่สถานะถูกกระตุ้น ตามสมการ $E_n = -\frac{21.76 \times 10^{-19} J}{n^2} = -\frac{13.6 \text{ eV}}{n^2}$ เมื่อ $n = 2, 3, 4, \dots$ และนำไปใช้คำนวณหาความยาวคลื่นของ สเปกตรัมชุดต่าง ๆ ของไฮโดรเจนตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

6. ครูทบทวนการทดลองของทอมสันเพื่อหาค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน การทดลองของมิลลิแกนเพื่อหาค่าประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นการพัฒนาแบบจำลองอะตอมเพื่อใช้อธิบายโครงสร้างอะตอม ตั้งแต่แบบจำลองอะตอมของทอมสัน จนถึงแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด แล้วให้นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นแบบสั้น ๆ
7. ครูสาธิตกิจกรรมลองทำดูในหนังสือเรียนเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจผลการทดลองของไกเกอร์และมาร์สเดน เกี่ยวกับแนวการเบนของอนุภาคแอลฟาที่ปล่อยให้ตกกระทบแผ่นทองคำบาง จนนำมาสู่การเสนอแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด จากการทำกิจกรรมลองทำดู เรื่อง การเปรียบเทียบการกระเจิงของอนุภาคแอลฟา
8. ก่อนทำกิจกรรมครูเน้นกับนักเรียนว่า แรงที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมลองทำดูนี้เป็นแรงแม่เหล็ก แตกต่างจากแรงที่นิวเคลียสกระทำต่ออนุภาคแอลฟาในการทดลองจริง ซึ่งเป็นแรงไฟฟ้า ควรฝึกซ้อมในการใช้แรงผลักแม่เหล็ก B จนได้ขนาดแรงที่เหมาะสม สามารถสังเกตเห็นแนวการเบนของแม่เหล็ก B เมื่อเคลื่อนที่เข้าหาแม่เหล็ก A ถ้าใช้ขนาดแรงมากเกินไป อาจทำให้แม่เหล็ก A หรือ B พลิกกลับด้าน และทำให้ผลการทำกิจกรรม ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์กิจกรรม และ ชี้แจงกับนักเรียนว่า กิจกรรมนี้กับการทดลองจริงมีสิ่งที่แตกต่างกัน คือ ขนาดและความเร็วของแท่งแม่เหล็กไม่ได้แสดงสัดส่วนจริงกับขนาดและความเร็วของอนุภาคแอลฟาและนิวเคลียส
9. ครูแสดงผลการทำกิจกรรมลองทำดูที่ได้ ดังนี้



10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม จนสรุปได้ว่า
 1. แรงระหว่างแม่เหล็ก B กับแม่เหล็ก A เป็นแรงแบบไม่สัมผัส และเป็นแรงผลักกระทำต่อกันโดยแรงในกิจกรรมนี้เป็นแรงแม่เหล็ก แตกต่างจากการกระเจิงของอนุภาคแอลฟาซึ่งเป็นแรงไฟฟ้า
 2. การวางให้ขั้วแม่เหล็กของแม่เหล็ก A และ แม่เหล็ก B ให้เหมือนกันเพื่อให้แม่เหล็ก A และ B ผลักกัน เปรียบได้กับแรงผลักกันของนิวเคลียสของอะตอมกับอนุภาคแอลฟาซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวกเหมือนกัน
 3. เส้นทางเคลื่อนที่ของแม่เหล็ก B เปรียบได้กับเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาเมื่อผ่านอะตอมของโลหะในแนวต่าง ๆ
11. ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า แม่แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดสามารถอธิบายผลการทดลองของไกเกอร์ และมาร์สเดนได้ แต่ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับเสถียรภาพของอะตอม เนื่องจากตามแนวคิดฟิสิกส์แบบฉบับ ขณะอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส จะมีความเร่งทำให้อิเล็กตรอนแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดการสูญเสียพลังงานอย่างต่อเนื่อง ทำใหรัศมีของวงโคจรลดลงอย่างต่อเนื่อง จนอิเล็กตรอนถูกดึงดูดเข้าไปรวมกับนิวเคลียส ซึ่งอะตอมในภาวะปกติ ไม่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว เพราะในภาวะปกติอะตอมไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยนักเรียนจะได้ศึกษาแนวคิดที่สามารถอธิบายเสถียรภาพของอะตอมต่อไป

ขั้นสำรวจและค้นหา

9. ครูอธิบายนักเรียนว่า อีกปัญหาหนึ่งที่แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดไม่สามารถอธิบายได้เกี่ยวกับการที่แก๊สร้อนแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาบางความถี่เท่านั้น
10. ครูทบทวนเกี่ยวกับสีของเปลวไฟเมื่อเผาสารต่าง ๆ แล้วให้เปลวไฟที่มีสีต่างกัน เช่น ลิเทียมคลอไรด์ให้เปลวไฟสีแดง โซเดียมคลอไรด์ให้เปลวไฟสีเหลือง หรือโพแทสเซียมคลอไรด์ให้เปลวไฟสีม่วง และถามว่าเหตุใดเมื่อเผาสารต่าง ๆ จึงได้เปลวไฟที่มีสีต่างกัน ครูให้นักเรียนศึกษาจากกิจกรรมการศึกษาศเปกตรัมของแก๊สร้อน
11. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม 19.1 การศึกษาศเปกตรัมของแก๊สร้อน เพื่อศึกษาศเปกตรัมที่เกิดจากแก๊สร้อน โดยให้คำแนะนำว่า
 - 3.1 ใช้หลอดบรรจุแก๊สอย่างระมัดระวัง เนื่องจากเปราะบาง แตกง่ายและมีราคาสูง
 - 3.2 เมื่อเปิดสวิตช์ ห้ามแตะที่ขั้วหลอด เนื่องจากในชุดสเปกตรัมใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าความต่างศักย์สูง จึงอาจเกิดอันตรายได้
 - 3.3 สเปกตรัมที่เกิดจากหลอดบรรจุแก๊สนั้นมีความสว่างน้อย จึงควรทำกิจกรรมในที่ที่มีความสว่างน้อย หรือทำให้บริเวณที่ตั้งชุดสเปกตรัมมืด โดยใช้กระดาษดำที่ครูเตรียมไว้ให้กั้นด้านหลังและด้านข้างของหลอด
 - 3.4 หาระยะ d ในหน่วยเซนติเมตร ที่ใช้ในสมการ $\lambda = d \sin \theta$ จาก $d = 1 / \text{จำนวนช่องต่อเซนติเมตร}$

12. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรม แล้วร่วมกันอภิปราย

ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม ซึ่งนักเรียนควรนำเสนอได้ว่า

เมื่อใช้เกรตติงที่มีจำนวน 5300 ช่องต่อเซนติเมตร ($d = 1.886 \times 10^{-4}$ เซนติเมตร) และจัดอุปกรณ์ให้เห็นแถบสว่างกึ่งกลางอยู่ที่ระยะ 50 เซนติเมตร

แหล่งกำเนิด	สีของเส้นสเปกตรัม	เส้นสเปกตรัมทางขวา		เส้นสเปกตรัมทางซ้าย		ระยะเฉลี่ย $\bar{x}$ (cm)	$\sqrt{D^2 + \bar{x}^2}$ (cm)	$\frac{\sin \theta = \frac{\bar{x}}{\sqrt{D^2 + \bar{x}^2}}}{\sqrt{D^2 + \bar{x}^2}}$	$\lambda = d \sin \theta$ (nm)
		ตำแหน่ง (cm)	ระยะ x (cm)	ตำแหน่ง (cm)	ระยะ x (cm)				
ไฮโดรเจน*	สีแดง	88.0	38.0	14.0	36.0	37.0	106.6	0.35	6.6×10^{-5}
	สีฟ้า	77.0	27.0	23.0	27.0	27.0	103.6	0.26	4.9×10^{-5}
	สีน้ำเงิน	73.0	23.0	26.0	24.0	23.5	102.7	0.23	4.3×10^{-5}
นีออน	สีแดง	87.0	37.0	13.0	37.0	37.0	106.6	0.35	6.6×10^{-5}
	สีส้ม	85.5	35.5	14.5	35.5	35.5	106.1	0.33	6.2×10^{-5}
	สีเหลือง	83.5	33.5	16.0	34.0	33.75	105.5	0.32	6.0×10^{-5}

*หมายเหตุ แสงสีม่วงสำหรับแก๊สไฮโดรเจนอาจสังเกตเห็นได้ยาก

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม จนสรุปได้ว่า สเปกตรัมของแก๊สร้อนมีลักษณะเป็นเส้น ๆ แยกจากกัน เรียกว่า สเปกตรัมแบบเส้น ซึ่งแตกต่างจากสเปกตรัมของแสงจากหลอดไฟฟ้าซึ่งเป็นสเปกตรัมแบบต่อเนื่อง โดยแก๊สแต่ละชนิดจะมีชุดสเปกตรัมแบบเส้นที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด
5. ครูถามนักเรียนว่า สเปกตรัมจากหลอดบรรจุแก๊สมีลักษณะเหมือนกับสเปกตรัมจากหลอดไฟฟ้าทั่วไปหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ : สเปกตรัมจากหลอดบรรจุแก๊สแตกต่างจากสเปกตรัมจากหลอดไฟฟ้าทั่วไป โดยสเปกตรัมจากหลอดบรรจุแก๊สเป็นสเปกตรัมแบบเส้น แต่สเปกตรัมหลอดไฟฟ้าทั่วไปเป็นสเปกตรัมต่อเนื่อง)
6. ครูถามนักเรียนว่า สเปกตรัมจากหลอดบรรจุแก๊สแต่ละชนิดมีลักษณะเหมือนและต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ : สเปกตรัมของแสงจากหลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจน กับหลอดบรรจุแก๊สนีออน มีลักษณะเป็นสเปกตรัมแบบเส้นเหมือนกัน แต่มีลักษณะต่างกัน คือ ประกอบด้วยจำนวนเส้นและแสงสีต่างกัน เช่น แก๊สไฮโดรเจนจะเห็นสีแดง ฟ้า และน้ำเงิน ส่วนแก๊สนีออนจะเห็นสีแดง ส้มและเหลือง และเส้นสเปกตรัมมีระยะห่างจากหลอดบรรจุแก๊สต่างกัน)

7. ครูถามนักเรียนว่า สเปกตรัมจากหลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจน ประกอบด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นเท่าใดบ้าง (แนวคำตอบ : สเปกตรัมจากหลอดบรรจุแก๊สไฮโดรเจน ประกอบด้วยแสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 430, 490 และ 660 นาโนเมตร)

ขั้นขยายความรู้

5. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของโบร์โดยถามว่า เหตุใดอะตอมของไฮโดรเจนจึงปล่อยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเฉพาะบางความยาวคลื่นหรือสเปกตรัมแบบเส้น จากนั้นครูนำอภิปรายจนได้ทฤษฎีอะตอมของโบร์และสมการ $mvr = n\hbar$ และ $hf = E_i - E_f$
6. ครูถามนักเรียนว่า จากทฤษฎีอะตอมของโบร์ อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียสได้อย่างไร (แนวคำตอบ : มีแรงไฟฟ้าระหว่างอิเล็กตรอนกับโปรตอนในนิวเคลียส เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง และจากทฤษฎีอะตอมของโบร์ทำให้สามารถหาค่ารัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนได้ตามสมการ $r_n = \left(\frac{\hbar^2}{mke^2}\right)n^2$)
7. ครูถามนักเรียนว่า ขณะอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส อิเล็กตรอนมีพลังงานอะไรบ้าง (แนวคำตอบ : อิเล็กตรอนมีพลังงานจลน์ในการเคลื่อนที่ และพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากโปรตอนในนิวเคลียส และหาพลังงานรวมของอิเล็กตรอนในวงโคจรแต่ละวงได้ตามสมการ $E_n = -\frac{1}{2} \frac{mk^2e^4}{\hbar^2} \left(\frac{1}{n^2}\right)$)
8. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ความรู้เรื่องระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนสามารถอธิบายการเกิดสเปกตรัมแบบเส้นของอะตอมไฮโดรเจนได้ว่า อะตอมไฮโดรเจนปล่อยพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่ออิเล็กตรอนในอะตอมเปลี่ยนระดับพลังงาน และมีความยาวคลื่นสเปกตรัมของอะตอม ตามสมการ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$
9. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 19.4 โดยมีครูอธิบายร่วมด้วย

ขั้นประเมินผล

3. ครูสุ่มถามนักเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจ ดังนี้
- 1.1 ทฤษฎีอะตอมของโบร์ใช้อธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอนในอะตอมอื่น ๆ นอกจากอะตอมของไฮโดรเจนได้หรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ : ถึงแม้ทฤษฎีของอะตอมของโบร์สามารถอธิบายเสถียรภาพของอะตอมและการเกิดสเปกตรัมแบบเส้นของอะตอมไฮโดรเจนได้ แต่ก็ยังไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอนในอะตอมอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง)
- 1.2 มีแบบจำลองอะตอมแบบใดซึ่งเป็นที่ยอมรับมากที่สุดในปัจจุบันที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอนในอะตอมได้สมบูรณ์กว่าทฤษฎีอะตอมของโบร์ (แนวคำตอบ : อิเล็กตรอนในอะตอมไม่ได้โคจรรอบนิวเคลียสโดยมีวงโคจรที่แน่นอนตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ แต่จะทราบได้เพียงความน่าจะเป็นที่จะพบอิเล็กตรอนที่มีระดับพลังงานหนึ่ง ๆ ใด ๆ อยู่ในบริเวณใด เปรียบเทียบกับได้กับลักษณะของกลุ่มหมอก)
4. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.1 และแบบฝึกหัด 19.1 ข้อ 3-6

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ชุดอุปกรณ์สาธิตกิจกรรมลงทำดู เรื่อง การเปรียบเทียบการกระเจิงของอนุภาคแอลฟา
3. ชุดอุปกรณ์การทำกิจกรรม 19.1 การศึกษาสเปกตรัมของแก๊สร้อน

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายทฤษฎีอะตอมของโบร์และการเกิดเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจนได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 19.1	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของทฤษฎีอะตอมของโบร์ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 19.1 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. คำนวณรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอน พลังงานอะตอมของไฮโดรเจน และความยาวคลื่นของแสงในสเปกตรัมแบบเส้นตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 19.1	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของทฤษฎีอะตอมของโบร์ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 19.1 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 19.1	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 70

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.1

1. จงอธิบายเลขควอนตัมสำหรับอะตอมไฮโดรเจน และยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของทอมสันและแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมแบบเส้นและสเปกตรัมต่อเนื่อง พร้อมกับยกตัวอย่างปรากฏการณ์ของการเกิดสเปกตรัมในแต่ละแบบ

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด 19.1

3. จงหาอัตราเร็วของอิเล็กตรอนในวงโคจรที่ n

.....

.....

.....

.....

4. จะต้องใช้พลังงานอย่างน้อยที่สุดกี่อิเล็กตรอนโวลต์ในการทำให้อิเล็กตรอนในวงโคจรที่สอง ($n = 2$) หลุดออกจากอะตอมไฮโดรเจนเป็นอิเล็กตรอนอิสระ

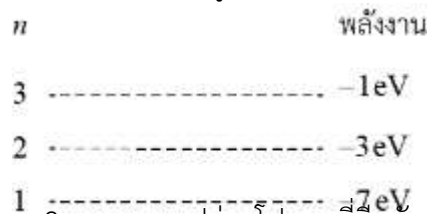
.....

.....

.....

.....

5. ระดับพลังงาน 3 ระดับของอะตอมหนึ่ง แสดงดังรูป



ถ้าอะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น $n = 2$ จะสามารถปล่อยโฟตอนที่มีพลังงานเท่าใด

.....

.....

.....

.....

6. อิเล็กตรอนตัวหนึ่งโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอมไฮโดรเจน โดยมี $n = 3$ จงหา

ก. รัศมีของวงโคจร

ข. ถ้าอิเล็กตรอนกลับสู่สถานะพื้น จะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.1

1. จงอธิบายเลขควอนตัมสำหรับอะตอมไฮโดรเจน และยกตัวอย่างประกอบ

ตอบ เลขควอนตัมสำหรับอะตอมไฮโดรเจนเป็นตัวเลขที่บอกระดับชั้นของวงโคจรของอิเล็กตรอนหรือบอกระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอม โดยมีค่าบางค่าไม่ต่อเนื่องและเป็นจำนวนเต็มบวก ตัวอย่างเช่น ตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ สำหรับอะตอมไฮโดรเจนจะมีเลขควอนตัม n เป็น 1,2,3,... ซึ่งหมายความว่าอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจน จะอยู่ได้เฉพาะวงโคจรแต่ละชั้นตามค่า n โดยที่ $n = 1$ อยู่ในวงโคจรที่ใกล้นิวเคลียสที่สุด

2. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของทอมสันและแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ตอบ แบบจำลองอะตอมของทอมสัน เสนอว่า อะตอมมีลักษณะเป็นรูปทรงกลม ประกอบด้วยเนื้ออะตอมที่เป็นประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งเป็นประจุลบอยู่กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอในเนื้ออะตอม โดยจำนวนประจุไฟฟ้าลบและประจุไฟฟ้าบวกมีปริมาณเท่ากัน ส่วนแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด เสนอว่าอะตอมประกอบด้วยประจุไฟฟ้าบวกรวมกันที่ศูนย์กลาง เรียกว่า นิวเคลียส และเป็นที่รวมของมวลเกือบทั้งหมดของอะตอมถัดจากนิวเคลียสออกมาเป็นว่าง โดยมีอิเล็กตรอนซึ่งมีมวลน้อยมากเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียส

3. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมแบบเส้นและสเปกตรัมต่อเนื่อง พร้อมกับยกตัวอย่างปรากฏการณ์ของการเกิดสเปกตรัมในแต่ละแบบ

ตอบ สเปกตรัมแบบเส้นที่สังเกตได้จะเป็นเส้นสีต่าง ๆ ส่วนสเปกตรัมต่อเนื่อง (ปรากฏไม่เป็นเส้น) ที่สังเกตได้จะเป็นแถบสีต่าง ๆ เรียงต่อเนื่องกันจากสีม่วงไปถึงสีแดง (หรือจากสีแดงไปสีม่วง) สเปกตรัมแบบเส้นเกิดจากอะตอมของแก๊สปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาเป็นบางค่า เช่น ไฮโดรเจนความดันต่ำในหลอดบรรจุแก๊ส สเปกตรัมต่อเนื่องเกิดจากการแผ่รังสีความร้อนของวัตถุอุณหภูมิสูง เช่น ไส้หลอดของหลอดไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน หรือดวงอาทิตย์ เป็นต้น

แบบฝึกหัด 19.1

3. จงหาอัตราเร็วของอิเล็กตรอนในวงโคจรที่ n

วิธีทำ คำนวณอัตราเร็วของอิเล็กตรอนจาก $v_n^2 = \frac{ke^2}{mr_n}$ และ $r_n = (0.529 \times 10^{-10})n^2$

$$\begin{aligned} \text{โดยแทนค่า} \quad v_n^2 &= \frac{ke^2}{mr_n} \\ &= \frac{ke^2}{m(0.529 \times 10^{-10})n^2} \\ \text{ดังนั้น} \quad v_n &= \sqrt{\frac{k}{m(0.529 \times 10^{-10})} \frac{e}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{8.99 \times 10^9}{(9.11 \times 10^{-31})(0.529 \times 10^{-10})} \frac{(1.602 \times 10^{-19})}{n}} \\ &= \frac{(1.366 \times 10^{25})(1.602 \times 10^{-19})}{n} \\ &= \frac{2.19 \times 10^6}{n} \text{ m/s} \end{aligned}$$

ตอบ อัตราเร็วของอิเล็กตรอนที่วงโคจร n มีค่าเท่ากับ $\frac{2.19 \times 10^6}{n}$ เมตรต่อวินาที

4. จะต้องใช้พลังงานอย่างน้อยที่สุดกี่อิเล็กตรอนโวลต์ในการทำให้อิเล็กตรอนในวงโคจรที่สอง ($n = 2$) หลุดออกจากอะตอมไฮโดรเจนเป็นอิเล็กตรอนอิสระ

วิธีทำ คำนวณพลังงานของระดับพลังงานที่ $n = 2$ จาก $E_n = -\frac{13.6 \text{ eV}}{n^2}$

$$\begin{aligned} E_n &= -\frac{13.6 \text{ eV}}{n^2} \\ &= -3.40 \text{ eV} \end{aligned}$$

หากต้องการให้อิเล็กตรอนนี้หลุดออกจากอะตอมเป็นอิเล็กตรอนอิสระ จะต้องใช้พลังงานอย่างน้อยที่สุดเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวในวงโคจรนั้นซึ่งเท่ากับ 3.40 อิเล็กตรอนโวลต์

ตอบ จะต้องใช้พลังงานอย่างน้อยที่สุด 3.40 อิเล็กตรอนโวลต์

5. ระดับพลังงาน 3 ระดับของอะตอมหนึ่ง แสดงดังรูป

ถ้าอะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น $n = 2$ จะสามารถปล่อยโฟตอนที่มีพลังงานเท่าใด

วิธีทำ อะตอมอยู่ในสถานะกระตุ้น $n = 2$ เมื่อกลับสู่สถานะพื้น $n = 1$ จะปล่อยโฟตอนที่มีพลังงาน $\Delta E = E_2 - E_1 = -3 \text{ eV} - (-7 \text{ eV}) = 4 \text{ eV}$ ดังนั้นโฟตอนมีพลังงานเท่ากับ

4 อิเล็กตรอนโวลต์	n	พลังงาน
	3	----- -1eV
	2	----- -3eV
	1	----- -7eV

ตอบ 4 อิเล็กตรอนโวลต์

6. อิเล็กตรอนตัวหนึ่งโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอมไฮโดรเจน โดยมี $n = 3$ จงหา

ก. รัศมีของวงโคจร

ข. ถ้าอิเล็กตรอนกลับสู่สถานะพื้น จะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเท่าใด

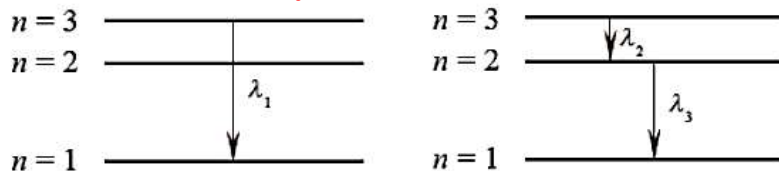
วิธีทำ ก. หารัศมีของวงโคจรจาก $r_n = a_0 n^2$

a_0 คือรัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนเมื่ออะตอมอยู่ ณ สถานะพื้นเท่ากับ $0.529 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$r_n = (0.529 \times 10^{-10})(3^2) = 4.78 \times 10^{-10} \text{ m}$$

นั่นคือเมื่อ $n = 3$ รัศมีวงโคจรเท่ากับ 4.78×10^{-10} เมตร

ข. หาความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกปลดปล่อยเมื่ออิเล็กตรอนกลับสู่สถานะพื้นจาก $n = 3$ การกลับสู่สถานะพื้น มีได้ 2 แบบ ดังรูป



แบบที่หนึ่ง จาก $n = 3$ ไป $n = 1$ ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น λ_1

แบบที่สอง จาก $n = 3$ ไป $n = 2$ ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น λ_2

และ $n = 2$ ไป $n = 1$ ปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น λ_3

จาก $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ ดังนั้น $\lambda = \frac{hc}{E}$

ในที่นี้ E คือพลังงานที่ถูกปล่อยจากอะตอม

จากรูปแสดงระดับพลังงานของไฮโดรเจน พลังงานที่อะตอมปลดปล่อย หาได้ดังนี้

จาก $n = 3$ ไป $n = 1$ ปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงาน $E_3 - E_1$ โดย

$$E_n = -\frac{21.76 \times 10^{-19}}{n^2}$$
$$E_3 - E_1 = -\frac{21.76 \times 10^{-19}}{3^2} - \left(-\frac{21.76 \times 10^{-19}}{1^2} \right)$$
$$= (-2.42 \times 10^{-19}) - (-21.76 \times 10^{-19})$$
$$= 19.34 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{ดังนั้น } \lambda_1 = -\frac{(6.626 \times 10^{-34})(3.00 \times 10^8)}{19.34 \times 10^{-19}} = 1.03 \times 10^{-7} = 103 \text{ nm}$$

จาก $n = 3$ ไป $n = 2$ ปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงาน

$$E_3 - E_2 = (-2.42 \times 10^{-19}) - (-5.44 \times 10^{-19}) = 3.02 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{ดังนั้น } \lambda_2 = -\frac{(6.626 \times 10^{-34})(3.00 \times 10^8)}{3.02 \times 10^{-19}} = 6.59 \times 10^{-7} = 659 \text{ nm}$$

จาก $n = 2$ ไป $n = 1$ ปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงาน

$$E_2 - E_1 = (-5.43 \times 10^{-19}) - (-21.76 \times 10^{-19}) = 16.33 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{ดังนั้น } \lambda_3 = -\frac{(6.626 \times 10^{-34})(3.00 \times 10^8)}{16.33 \times 10^{-19}} = 1.22 \times 10^{-7} = 122 \text{ nm}$$

ตอบ ก. รัศมีของวงโคจรมีค่าเท่ากับ $4.8 \times 10^{-10} \text{ m}$

ข. ความยาวคลื่นที่ปล่อยออกมา มีค่าเท่ากับ 103 661 และ 122 นาโนเมตร

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

เรื่อง ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 6 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์อะตอม

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

11. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและคำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะ

3. สาระสำคัญ

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ที่อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อมีแสงที่มีความถี่เหมาะสมมาตกกระทบ โดยจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงและพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจะขึ้นกับความถี่ของแสงนั้น โดยพลังงานของแสงหรือโฟตอนตามสมมติฐานของพลังค์

ไอน์สไตน์อาศัยกฎการอนุรักษ์พลังงานและสมมติฐานของพลังค์ อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกตามสมการ $hf = W + E_{k_{max}}$

การทดลอง พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนและฟังก์ชันงานของโลหะคำนวณได้จากสมการ $E_{k_{max}} = eV_s$ และ $W = hf_0$ ตามลำดับ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้
2. อธิบายพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. คำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. การเรียนรู้

เมื่อแสงที่มีความถี่เหมาะสมตกกระทบบนผิวโลหะ จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะนั้นได้ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (photoelectric effect) โดยเรียกอิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวโลหะว่า โฟโตอิเล็กตรอน (photoelectron) ซึ่งจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสงที่ตกกระทบบนแผ่นโลหะได้เสนอแนวความคิดเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกโดยอาศัยสมมติฐานของพลังค์ว่า แสงมีลักษณะเป็นก้อนพลังงานหรือควอนตัมของพลังงาน ซึ่งเรียกว่า โฟตอน (photon) มีพลังงาน hf และ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกจะเกิดขึ้นได้ จะต้องใช้แสงที่มีความถี่มากกว่าหรือเท่ากับความถี่ค่าหนึ่งที่เรียกว่า ความถี่ขีดเริ่ม (threshold frequency) ซึ่งเป็นความถี่ของโฟตอนที่มีพลังงานเท่ากับพลังงานที่โลหะยึดอิเล็กตรอนไว้ เรียกว่า ฟังก์ชันงาน (work function) ตามสมการ $W = hf_0$ จากกฎการอนุรักษ์พลังงานจะได้พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนตามสมการ $E_{k_{max}} = hf - W$ พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนหาได้จากการทดลองด้วยการต่อความต่างศักย์ไฟฟ้าต้านโฟโตอิเล็กตรอน จนกระแสโฟโตอิเล็กตรอนเป็นศูนย์พอดี เรียก ความต่างศักย์หยุดยั้ง V_s สัมพันธ์กับพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน ตามสมการ $E_{k_{max}} = eV_s$

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

12. ครูใช้รูป 19.14 แล้วถามนักเรียนว่า เมื่อฉายแสงที่มีความถี่เหมาะสมลงบนผิวโลหะ จะเป็นอย่างไร ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า ตามรูป 19.14 เป็นปรากฏการณ์ที่แสงทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากโลหะซึ่งเรียกว่า ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก และอิเล็กตรอนที่หลุดออกมา เรียกว่า โฟโตอิเล็กตรอน โดยจะเกิดโฟโตอิเล็กตรอนทันทีเมื่อแสงมีความถี่เหมาะสม แม้แสงจะมีความเข้มต่ำมาก
13. ครูถามนักเรียนว่า จากสมมติฐานของพลังค์สามารถอธิบายการแผ่ของวัตถุดำ การแผ่ของแก๊สร้อน และโครงสร้างของอะตอมได้อย่างถูกต้อง ในขณะที่ฟิสิกส์แบบฉบับไม่สามารถอธิบายได้ นั้นสมมติฐานของพลังค์สามารถนำมาอธิบายการเกิดโฟโตอิเล็กทริกได้หรือไม่อย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง จากนั้นครูชี้แจงว่า การอธิบายโฟโตอิเล็กทริกศึกษาได้ในหัวข้อต่อไป

ขั้นสำรวจและค้นหา

13. ครูให้นักเรียนสืบค้นนักวิทยาศาสตร์ท่านใดสามารถอธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและให้คำอธิบายไว้อย่างไร ให้นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้น

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

8. หลังนักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นนักวิทยาศาสตร์ที่อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ครูนำอภิปรายร่วมกัน โดยใช้รูป 19.15 จนสรุปได้ว่า ไอน์สไตน์ใช้สมมติฐานควอนตัมพลังงานแสงของพลังค์ อธิบายว่า แสงแสดงสมบัติเป็นอนุภาค เรียกว่า ควอนตัมของแสง ซึ่งต่อมาเรียกว่า โฟตอน โดยแต่ละโฟตอนมีพลังงานเท่ากับ hf เมื่อโฟตอน 1 โฟตอน ตกกระทบบนผิวโลหะ จะถ่ายโอนพลังงานทั้งหมดให้กับอิเล็กตรอน 1

อิเล็กตรอน ถ้าความถี่ของแสงที่ใช้มีค่าเท่ากับความถี่ขีดเริ่ม f_0 ก็จะเกิดโฟโตอิเล็กตรอน หลุดออกจากผิวโลหะพอดีและพลังงานของโฟตอนจะเท่ากับฟังก์ชันงานของโลหะ หากความถี่ของแสงที่ใช้มีค่ามากกว่าความถี่ขีดเริ่มอิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวโลหะจะมีพลังงานจลน์ตามสมการ $hf = W + E_{k_{max}}$

9. ครูถามนักเรียนว่า จากสมการ $E_{k_{max}} = hf - W$ หากเปลี่ยนค่าความถี่ของแสงที่กระทบโลหะใดโลหะหนึ่ง จะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนกับความถี่แสงมีลักษณะอย่างไร จากนั้นครูใช้รูป 19.16 นำนักเรียนอภิปรายจนสรุปได้ว่า กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนกับความถี่เป็นกราฟเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับค่าคงตัวของพลังค์ เมื่อเขียนกราฟของโลหะต่างชนิดความชันของกราฟจะมีค่าเท่ากัน แต่จะได้จุดตัดกราฟต่างกัน เป็นความถี่ขีดเริ่มและฟังก์ชันงานของโลหะแต่ละชนิด และหาฟังก์ชันงานได้ตามสมการ $W = hf_0$

10. ครูใช้รูป 19.17 นำอภิปรายจนสรุปว่า การวัดพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน ทำได้โดยการต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้า P ที่ปรับความต่างศักย์ได้ ทำให้ศักย์ไฟฟ้าของขั้วแอโนดเป็นลบเมื่อเทียบกับขั้วแคโทดดังรูป 19.17 ในหนังสือเรียน

ขั้นขยายความรู้

10. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า เมื่อแสงกระทบผิวโลหะ 3 ชนิด ได้แก่ โซเดียม ทองแดง และทองคำ ถ้าแสงที่ตกกระทบมีพลังงานเท่ากับ 6 อิเล็กตรอนโวลต์ จะเรียงลำดับพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนของโลหะทั้งสามจากน้อยไปมาก โดยใช้ข้อมูลจากตาราง 19.2 ดังนี้

$$\text{จากสมการ } E_{k_{max}} = hf - W \text{ และ } \varepsilon = hf \text{ จะได้ } E_{k_{max}} = \varepsilon - W$$

โดย ε เป็นควอนตัมของพลังงานของแสงหรือโฟตอน ซึ่งกรณีนี้มีค่า 6.0 eV และ W คือฟังก์ชันงานของโลหะแต่ละชนิด จากตาราง 19.2 ฟังก์ชันงานของโซเดียม ทองแดง และทองคำ มีค่า 2.4 4.8 และ 5.3 eV ตามลำดับ

$$\text{พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจากโซเดียม } E_{k_{max}} = 6.0\text{eV} - 2.4\text{eV} = 3.6\text{ eV}$$

$$\text{พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจากทองแดง } E_{k_{max}} = 6.0\text{eV} - 4.8\text{eV} = 1.2\text{ eV}$$

$$\text{พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจากทองคำ } E_{k_{max}} = 6.0\text{eV} - 5.3\text{eV} = 0.7\text{ eV}$$

ดังนั้น พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนของโลหะทั้งสามเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ ทองคำ ทองแดง และโซเดียม ตามลำดับ

11. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับปรากฏการณ์คอมป์ตันว่าปรากฏการณ์นี้ สามารถอธิบายได้ด้วยการชนแบบยืดหยุ่นระหว่างอนุภาคของแสงหรือโฟตอนกับอิเล็กตรอนในอะตอมของแกรไฟต์ ซึ่งเป็นการยืนยันว่า คลื่นแสงสามารถแสดงพฤติกรรมของอนุภาคได้ ครูนำอภิปรายได้ข้อสรุปว่า ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก สามารถอธิบายโดยใช้สมมติฐานของพลังค์โดยควอนตัมพลังงานของแสง หรือโฟตอน มีพลังงานเท่ากับ hf ดังนั้นคลื่นแสงจึงสามารถแสดงพฤติกรรมของอนุภาคได้
12. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 19.5 - 19.6 โดยมีครูอธิบายร่วมด้วย

ขั้นประเมินผล

5. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.2 และแบบฝึกหัด 19.2

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกได้ 2. อธิบายพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะได้	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 19.2 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมการสืบค้นและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 19.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. คำนวณพลังงานโฟตอน พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน และฟังก์ชันงานของโลหะได้	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 19.2 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมการสืบค้นและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 19.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 19.2 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 70

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.2

1. ค่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่าคงตัวหรือไม่ สำหรับโลหะแต่ละชนิด

.....

.....

.....

.....

2. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ความเข้มของแสงที่ตกกระทบผิวโลหะมีผลต่อความต่างศักย์หยุดยั้งหรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. ในช่วงการหาความต่างศักย์หยุดยั้ง ขณะที่ยังอ่านได้ค่ากระแสไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของโฟโตอิเล็กตรอนในวงจร หากนำค่าความต่างศักย์ขณะนั้น มาหาค่าของพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน เพื่อสามารถหาค่าฟังก์ชันงานที่เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องในสมการโฟโตอิเล็กทริกได้หรือไม่

.....

.....

.....

.....

4. ในการทดลองโฟโตอิเล็กทริก ผู้ทดลองฉายแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะค่าหนึ่งไปตกกระทบผิวโลหะ พบว่าอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งหลุดออกจากผิวโลหะ ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากผิวโลหะนี้มีจำนวนเพิ่มขึ้น และพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนแต่ละอนุภาคเพิ่มขึ้น ผู้ทดลองควรทำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด 19.2

1. ฉายแสงความถี่ค่าหนึ่งตกกระทบผิวโลหะทองแดงซึ่งมีฟังก์ชันงาน 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์ พบว่าความถี่เป็นความถี่ขีดเริ่มของโลหะทองแดง ถ้าฉายแสงนี้ไปบนโลหะโซเดียม พบว่าความต่างศักย์หยุดยั้งมีค่า 2.4 โวลต์ โลหะโซเดียมมีฟังก์ชันงานเท่าใด

.....
.....
.....

2. ฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 3.0×10^{-7} เมตร ตกบนผิวโพแทสเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.3 อิเล็กตรอนโวลต์ โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมามีพลังงานจลน์สูงสุดเท่าใด

.....
.....
.....

3. ฉายแสงที่มีความถี่ 1.10×10^{15} เฮิรตซ์ ไปที่ผิวโลหะหนึ่ง ถ้าความถี่ขีดเริ่มมีค่าเป็น 5.69×10^{14} เฮิรตซ์ จงหา ก. ฟังก์ชันงานของโลหะนั้น ข. พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน

.....
.....
.....

4. แสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ตกกระทบผิวโพแทสเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.3 อิเล็กตรอนโวลต์ จะมีอิเล็กตรอนหลุดออกมาหรือไม่ ถ้ามี พลังงานของโฟโตอิเล็กตรอนเหล่านี้มีค่าเท่าใด และถ้าไม่มี พลังงานที่ต้องเพิ่มมีค่าน้อยเท่าใด

.....
.....
.....

5. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก เมื่อฉายแสงตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง พบว่าความต่างศักย์หยุดยั้งที่ใช้เท่ากับ 3.7 โวลต์ พลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด ในหน่วยจูลและในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์

.....
.....
.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.2

1. ค่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่าคงตัวหรือไม่ สำหรับโลหะแต่ละชนิด

ตอบ ไม่ พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่าไม่คงตัวขึ้นอยู่กับความถี่ของโฟตอนที่ตกกระทบโลหะนั้น

2. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ความเข้มของแสงที่ตกกระทบผิวโลหะมีผลต่อความต่างศักย์หยุดยั้งหรือไม่ จงอธิบาย

ตอบ ความเข้มของแสงที่ฉายลงบนโลหะนั้นไม่มีผลต่อความต่างศักย์หยุดยั้ง เนื่องจากความต่างศักย์หยุดยั้งนั้นขึ้นกับพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนซึ่งขึ้นกับความถี่ของแสงแต่ความเข้มของแสงนั้นจะมีผลต่อจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมา

3. ในช่วงการหาค่าความต่างศักย์หยุดยั้ง ขณะที่ยังอ่านได้ค่ากระแสไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของโฟโตอิเล็กตรอนในวงจร หากนำค่าความต่างศักย์ขณะนั้น มาหาค่าของพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน เพื่อสามารถหาค่าฟังก์ชันงานที่เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องในสมการโฟโตอิเล็กทริกได้หรือไม่

ตอบ จากสมการโฟโตอิเล็กทริก $E_{kmax} = hf - W$ ค่าพลังงานจลน์ในสมการจะต้องเป็นค่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นสมการที่แสดงว่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวโลหะเท่ากับพลังงานของแสงที่ตกกระทบผิวโลหะลบด้วยฟังก์ชันงานของโลหะซึ่งเป็นพลังงานน้อยที่สุดที่ทำให้โฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม หากในวงจร กระแสไฟฟ้ายังไม่เป็นศูนย์ ค่าความต่างศักย์ที่ได้จะยังไม่ใช่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าหยุดยั้ง หากนำมาคำนวณตามสมการ $E_{kmax} = eV_s$ เพื่อนำไปแทนค่าลงในสมการโฟโตอิเล็กทริก ค่าพลังงานที่ได้จะมีค่าน้อยกว่าพลังงานจลน์สูงสุด ทำให้การหาค่าฟังก์ชันงานเกิดข้อผิดพลาด

4. ในการทดลองโฟโตอิเล็กทริก ผู้ทดลองฉายแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะค่าหนึ่งไปตกกระทบผิวโลหะ พบว่าอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งหลุดออกจากผิวโลหะ ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากผิวโลหะนี้มีจำนวนเพิ่มขึ้น และพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนแต่ละอนุภาคเพิ่มขึ้น ผู้ทดลองควรทำอย่างไร

ตอบ ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากผิวโลหะนี้มีจำนวนเพิ่มขึ้น จะต้องฉายแสงที่มีความเข้มมากขึ้น และถ้าต้องการให้พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนแต่ละอนุภาคเพิ่มขึ้นจะต้องฉายแสงที่มีความถี่มากขึ้น

แบบฝึกหัด 19.2

1. ฉายแสงความถี่ค่าหนึ่งตกกระทบผิวโลหะทองแดงซึ่งมีฟังก์ชันงาน 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์ พบว่าความถี่นี้เป็นความถี่ขีดเริ่มของโลหะทองแดง ถ้าฉายแสงนี้ไปบนโลหะโซเดียม พบว่าความต่างศักย์หยุดยั้งมีค่า 2.4 โวลต์ โลหะโซเดียมมีฟังก์ชันงานเท่าใด

วิธีทำ เมื่อฉายแสงความถี่นี้ตกกระทบผิวโลหะโซเดียม พบว่าความต่างศักย์หยุดยั้ง V_s มีค่า 2.4 โวลต์แสดงว่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่าเป็น

$$E_{k_{max}} = eV_s = 2.4 \text{ eV}$$

เมื่อฉายแสงความถี่นี้ตกกระทบผิวโลหะทองแดง พบว่าความถี่นี้เป็นความถี่ขีดเริ่มของโลหะทองแดง แสดงว่าควอนตัมของพลังงานของแสงนี้ $\varepsilon = hf$ มีค่าเท่ากับฟังก์ชันงานของโลหะทองแดง W_{cu}

$$\varepsilon = hf = W_{cu}$$

ดังนั้นสำหรับโลหะโซเดียมซึ่งมีฟังก์ชันงาน W_{Na} จะมีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$E_{k_{max}} = hf = W_{Na}$$

หรือเขียนได้เป็น

$$E_{k_{max}} = W_{cu} - W_{Na}$$

$$W_{Na} = W_{cu} - E_{k_{max}}$$

$$= 4.8 - 2.4$$

$$= 2.4 \text{ eV}$$

โลหะโซเดียมมีฟังก์ชันงานเท่ากับ 2.4 อิเล็กตรอนโวลต์

ตอบ 2.4 อิเล็กตรอนโวลต์

2. ฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 3.0×10^{-7} เมตร ตกบนผิวโพแทสเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.3 อิเล็กตรอนโวลต์ โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะมีพลังงานจลน์สูงสุดเท่าใด

วิธีทำ พลังงานจลน์สูงสุดหาได้จากสมการ $E_{k_{max}} = hf - W$ หรือ $E_{k_{max}} = h \frac{c}{\lambda} - W$

ในที่นี้ $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$, $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$

และ $W = (2.3 \text{ eV})(1.6 \times 10^{-19} \text{ J/eV}) = 3.68 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } E_{k_{max}} &= (6.626 \times 10^{-34}) \left(\frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{-7}} \right) - (3.68 \times 10^{-19}) \\ &= (6.626 \times 10^{-19}) - (3.68 \times 10^{-19}) \\ &= 2.95 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

ตอบ โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะมีพลังงานจลน์สูงสุดเท่ากับ 2.95×10^{-19} จูล

3. แสงที่มีความถี่ 1.10×10^{15} เฮิร์ตซ์ ไปที่ผิวโลหะหนึ่ง ถ้าความถี่ขีดเริ่มมีค่าเป็น 5.69×10^{14} เฮิร์ตซ์ จงหา

ก. ฟังก์ชันงานของโลหะนั้น

ข. พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน

วิธีทำ ก. หาฟังก์ชันงาน จากสมการ $W = hf_0$

ในที่นี้ $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ และ $f_0 = 5.69 \times 10^{14} \text{ Hz}$

จะได้ $W = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J s})(5.69 \times 10^{14} \text{ Hz})$

$$W = 3.77 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{หรือ} \quad W = 2.36 \text{ eV}$$

ฟังก์ชันงานของโลหะนั้นมีค่าเท่ากับ 2.36 อิเล็กตรอนโวลต์

ข. หาพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน จากสมการ $E_{k_{max}} = hf - W$

ในที่นี้ $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$, $f = 1.10 \times 10^{15} \text{ Hz}$ และ $W = 3.77 \times 10^{-19} \text{ J}$

จะได้ $E_{k_{max}} = (6.626 \times 10^{-34})(1.10 \times 10^{15}) - (3.77 \times 10^{-19})$

$$E_{k_{max}} = 3.52 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{หรือ} \quad 2.20 \text{ eV}$$

พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่าเท่ากับ 2.20 อิเล็กตรอนโวลต์

ตอบ ก. 3.77×10^{-19} จูล หรือ 2.36 อิเล็กตรอนโวลต์

ข. 3.52×10^{-19} จูล หรือ 2.20 อิเล็กตรอนโวลต์

4. แสงความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร ตกกระทบผิวโพแทสเซียมที่มีฟังก์ชันงาน 2.3 อิเล็กตรอนโวลต์ จะมีอิเล็กตรอนหลุดออกมาหรือไม่ ถ้ามี พลังงานของโฟโตอิเล็กตรอนเหล่านี้มีค่าเท่าใด และถ้าไม่มีพลังงานที่ต้องเพิ่มมีค่าน้อยเท่าใด

วิธีทำ อิเล็กตรอนจะหลุดจากผิวโพแทสเซียมก็ต่อเมื่อโฟตอนของแสงมีพลังงานมากกว่าฟังก์ชัน

งานความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร มีพลังงาน $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$

$$\text{จะได้} \quad E = \frac{(6.626 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{600 \times 10^{-9}}$$

$$= 3.315 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= \frac{3.315 \times 10^{-19} \text{ J}}{1.6 \times 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}}}$$

$$= 2.07 \text{ eV}$$

พลังงานของโฟตอนที่ตกกระทบผิวโพแทสเซียมมีค่าน้อยกว่าฟังก์ชันงาน

$2.30 \text{ eV} - 2.07 \text{ eV} = 0.23 \text{ eV}$ จึงไม่มีอิเล็กตรอนหลุดออกมา และพลังงานที่ต้อง

เพิ่มมีค่าน้อยเท่ากับ 0.17 อิเล็กตรอนโวลต์

ตอบ ไม่มี พลังงานที่ต้องเพิ่มมีค่าน้อย 0.17 อิเล็กตรอนโวลต์

5. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก เมื่อฉายแสงตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง พบว่าความต่างศักย์หยุดยั้งที่ใช้เท่ากับ 3.7 โวลต์ พลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอนมีค่าเท่าใด ในหน่วยจูล และในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์

วิธีทำ ความต่างศักย์หยุดยั้ง V_s สัมพันธ์กับพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน $E_{k_{max}}$ ตามสมการ $E_{k_{max}} = eV_s$ ในที่นี้ $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ และ $V_s = 3.7 \text{ V}$ จะได้

$$E_{k_{max}} = (1.6 \times 10^{-19})(3.7)$$
$$= 5.92 \times 10^{-19} \text{ J}$$

พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่าเท่ากับ $5.92 \times 10^{-19} \text{ จูล}$

ในหน่วยของอิเล็กตรอนโวลต์ โดย $V_s = 3.7 \text{ V}$ จะได้ $E_{k_{max}} = 3.7 \text{ eV}$

พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่าเท่ากับ 3.7 อิเล็กตรอนโวลต์

ตอบ $5.92 \times 10^{-19} \text{ จูล}$ และ 3.7 อิเล็กตรอนโวลต์

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

เรื่อง ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 เวลา 6 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์อะตอม

รวม 26 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความถี่กับการเปลี่ยนอนุภาคและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดุลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการแผ่รังสีโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

12. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์

3. สาระสำคัญ

การค้นพบการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนสนับสนุนความคิดของเดอบรอยล์ที่เสนอว่าอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้โดยเมื่ออนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่น เรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ซึ่งมีค่าขึ้นกับโมเมนตัมของอนุภาคตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$

จากความคิดของไอน์สไตน์และเดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาคได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. คำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

เดอบรอยล์ ได้เสนอสมมติฐานว่า อนุภาคสามารถแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยมีความยาวคลื่น ซึ่งเรียกว่า ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ และสมมติฐานนี้เรียกว่า สมมติฐานของเดอบรอยล์

จากแนวคิดของไอน์สไตน์และเดอบรอยล์ ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค (wave-particle duality)

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

14. ครูเปิดสื่อวีดีโอ เรื่อง สมมติฐานของเดอบรอยล์ และถามนักเรียนว่า
 - เดอบรอยล์ ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับอิเล็กตรอนว่าอย่างไร
(แนวคำตอบ : มีคุณสมบัติเป็นได้ทั้งคลื่นและอนุภาค)
 - เดอบรอยล์ ได้ให้นิยามของทวิภาวะของคลื่นและอนุภาคไว้ว่าอย่างไร
(แนวคำตอบ : คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้ และอนุภาคแสดงสมบัติคลื่นได้ สมบัตินี้เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค)
15. ครูทบทวนเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ซึ่งแสดงว่า คลื่นแสงแสดงพฤติกรรมของอนุภาคได้ จากนั้นถามนักเรียนว่า อนุภาคสามารถแสดงพฤติกรรมของคลื่นได้หรือไม่ครูนำอภิปรายว่า จนสรุปว่า เดอบรอยล์ นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสได้เสนอสมมติฐานว่า อนุภาค เช่น อิเล็กตรอนสามารถแสดงสมบัติของคลื่นได้ โดยความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นของอนุภาคกับโมเมนตัม เป็นไปตามสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ สมบัตินี้เรียกว่าสมมติฐานของเดอบรอยล์

ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนทำการสืบค้นเรื่อง ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค จากสื่อต่าง ๆ และนำมาอภิปรายร่วมกันกับเพื่อน จนสามารถเขียนเป็นแผนผังความคิดของตนเองได้
2. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอแผนผังความคิด 2-3 คน และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ ว่ามีความคิดเห็นตรงกับข้อสรุปของเพื่อนที่มานำเสนอหรือไม่อย่างไร

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

11. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการเลี้ยวเบนของคลื่นผ่านช่องแคบที่แสดงว่า พฤติกรรมการเลี้ยวเบนของคลื่นผ่านช่องแคบสังเกตได้ง่าย เมื่อความยาวคลื่นมีค่ามากกว่าหรือใกล้เคียงกับขนาดความกว้างของช่องแคบ และนำอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองของเดวิสสันและเจอร์เมอร์จนสรุปว่า อิเล็กตรอนแสดงสมบัติของคลื่นโดยการเลี้ยวเบนผ่านช่องว่างระหว่างอะตอมในผลึกนิกเกิล ปรากฏเป็นปรากฏการณ์การแทรกสอดในลักษณะคล้ายกับปรากฏการณ์การแทรกสอดของคลื่นแสง ตามรูป 19.20 ในหนังสือเรียน ซึ่งความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอิเล็กตรอนในการทดลองนี้ (ประมาณ 0.364 นาโนเมตร) มีค่าใกล้เคียงกับระยะห่างระหว่าง อะตอมในผลึกนิกเกิล (ประมาณ 0.352 นาโนเมตร) และเป็นการสนับสนุนสมมติฐานของเดอบรอยล์
12. ครูถามนักเรียนว่า วัตถุที่เราพบเห็นทั่วไปในชีวิตประจำวันสามารถแสดงสมบัติของคลื่นได้หรือไม่ และสามารถสังเกตได้หรือไม่ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 19.7-19.8 โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ แล้วครูนำอภิปรายเปรียบเทียบผลการคำนวณที่ได้จากทั้งสองตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเห็น

ความแตกต่างของความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอนุภาคในระดับอะตอม เช่น อิเล็กตรอน กับความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของวัตถุทั่วไปที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน จนได้ข้อสรุปตามข้อสังเกต ดังนี้

ในบทเรื่องคลื่นที่ผ่านมา เราจะสังเกตการณ์เลี้ยวเบนของคลื่นได้อย่างชัดเจน หากสิ่งกีดขวางหรือช่องเปิดมีระดับขนาดไม่แตกต่างจากความยาวคลื่นมากนัก จากตัวอย่าง 19.7 ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอิเล็กตรอนมีค่าในระดับขนาดเดียวกับระยะห่างระหว่างอะตอมในผลึก เราจึงสังเกตการณ์เลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนในผลึกได้ แต่จากตัวอย่าง 19.8 ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของก้อนหินมีค่าน้อยมากในชีวิตประจำวันเราไม่มีสิ่งกีดขวางหรือช่องเปิดที่มีขนาดใกล้เคียงกับค่าความยาวคลื่นดังกล่าว เราจึงไม่สามารถสังเกตหรือตรวจวัดการเลี้ยวเบนของวัตถุขนาดใหญ่ที่พบในชีวิตประจำวันได้

ชั้นขยายความรู้

13. ครุถามคำถามชวนคิด และให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ดังนี้

จงเปรียบเทียบความยาวคลื่นเดอบรอยล์ระหว่างอิเล็กตรอน ($m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg) และโปรตอน ($m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg) ในกรณีต่อไปนี้

ก. อัตราเร็วเท่ากัน ข. โมเมนตัมเท่ากัน ค. พลังงานจลน์เท่ากัน

(แนวคำตอบ : ก. เมื่ออนุภาคทั้งสองมีอัตราเร็วเท่ากัน แต่อิเล็กตรอนมีมวลน้อยกว่า

ดังนั้นอิเล็กตรอนจะมีโมเมนตัมน้อยกว่าโปรตอน จากสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ จะได้ความยาว

คลื่นเดอบรอยล์ของอิเล็กตรอนมีค่ามากกว่าความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของโปรตอน

ข. เมื่ออนุภาคทั้งสองมีโมเมนตัมเท่ากัน จากสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ จะได้ความ

ยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอิเล็กตรอนมีค่าเท่ากับความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของโปรตอน

ค. เมื่ออนุภาคทั้งสองมีพลังงานจลน์เท่ากัน จาก $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ และ

$p = mv$ จะได้ $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \frac{(mv)^2}{m} = \frac{1}{2} \frac{p^2}{m}$ แสดงว่าอิเล็กตรอน

ซึ่งมีมวลน้อยกว่า จะมีโมเมนตัมน้อยกว่าโปรตอน จากสมการ $\lambda = \frac{h}{p}$ จะได้ความยาว

คลื่นเดอบรอยล์ของอิเล็กตรอนมีค่ามากกว่าความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของโปรตอน)

ชั้นประเมินผล

6. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 19.3 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. สื่อวีดีโอ เรื่อง สมมติฐานของเดอบรอยล์

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายความยาวคลื่นเดอบรอยล์ ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาคได้	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - แบบฝึกหัด 19.3	- นักเรียนทำกิจกรรมการสืบค้นและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค ร้อยละ 70 - นักเรียนทำแบบฝึกหัด 19.3 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. คำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์ได้	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - แบบฝึกหัด 19.3	- นักเรียนทำกิจกรรมการสืบค้นและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค ร้อยละ 70 - นักเรียนทำแบบฝึกหัด 19.3 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - แบบฝึกหัด 19.3	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลาร้อยละ 70

แบบฝึกหัด 19.3

1. โปรตอนที่มีมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม และกำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 5.00×10^7 เมตรต่อวินาที มีความยาวคลื่นเดอบรอยล์เท่าใด

.....

.....

.....

.....

2. รถแข่งที่มีมวล (รวมผู้ขับ) 650 กิโลกรัม ขณะกำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความยาวคลื่นเดอบรอยล์เท่าใด

.....

.....

.....

.....

3. ยุงกำลังบินด้วยอัตราเร็ว 0.05 เมตรต่อวินาที ถ้าความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของยุงมีค่าเท่ากับ 2.60×10^{-27} เมตร ยุงตัวนี้มีมวลเท่าใด (ตอบในหน่วยมิลลิกรัม)

.....

.....

.....

.....

.....

4. ลูกบอลลูกหนึ่งมีมวล 0.40 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที

ก. จงหาความยาวคลื่นเดอบรอยล์

ข. ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของลูกบอลนี้จะวัดในห้องทดลองได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัด 19.3

1. โปรตอนที่มีมวล 1.67×10^{-27} กิโลกรัม และกำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 5.00×10^7 เมตรต่อวินาที มีความยาวคลื่นเดอบรอยล์เท่าใด

วิธีทำ ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอนุภาค หาได้จากความสัมพันธ์ $\lambda = \frac{h}{p}$ และ $p = mv$

จะได้ $\lambda = \frac{h}{mv}$ โดย $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$, $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $v = 5.00 \times 10^7 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น } \lambda &= \frac{6.626 \times 10^{-34}}{(1.67 \times 10^{-27})(5.00 \times 10^7)} \\ &= 7.94 \times 10^{-15} \text{ m}\end{aligned}$$

ตอบ ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของโปรตอนเท่ากับ 7.94×10^{-15} เมตร

2. รถแข่งที่มีมวล (รวมผู้ขับ) 650 กิโลกรัม ขณะกำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 300 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความยาวคลื่นเดอบรอยล์เท่าใด

วิธีทำ ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอนุภาค หาได้จากความสัมพันธ์ $\lambda = \frac{h}{p}$ และ $p = mv$

จะได้ $\lambda = \frac{h}{mv}$ โดย $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$, $m = 650 \text{ kg}$, $v = 300 \text{ km/hr} = 83.3 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น } \lambda &= \frac{6.626 \times 10^{-34}}{(650)(83.3)} \\ &= 1.22 \times 10^{-38} \text{ m}\end{aligned}$$

ตอบ ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของรถแข่งเท่ากับ 1.22×10^{-38} เมตร

3. ยุงกำลังบินด้วยอัตราเร็ว 0.05 เมตรต่อวินาที ถ้าความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของยุงมีค่าเท่ากับ 2.60×10^{-27} เมตร ยุงตัวนี้มีมวลเท่าใด (ตอบในหน่วยมิลลิกรัม)

วิธีทำ ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอนุภาค หาได้จากความสัมพันธ์ $\lambda = \frac{h}{p}$ และ $p = mv$

จะได้ $m = \frac{h}{v\lambda}$ โดย $\lambda = 2.60 \times 10^{-27} \text{ m}$ และ $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$, $v = 0.05 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น } m &= \frac{6.626 \times 10^{-34}}{(2.60 \times 10^{-27})(0.05)} \\ &= 5.1 \times 10^{-6} \text{ kg}\end{aligned}$$

ตอบ ยุงตัวนี้มีมวล 5.1 มิลลิกรัม

4. ลูกบอลลูกหนึ่งมีมวล 0.40 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 10 เมตรต่อวินาที

ก. จงหาความยาวคลื่นเดอบรอยล์

ข. ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของลูกบอลนี้จะวัดในห้องทดลองได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

วิธีทำ ก. จากความยาวคลื่นเดอบรอยล์ $\lambda = \frac{h}{mv}$

ในที่นี้ลูกบอลมีมวล $m = 0.40 \text{ kg}$ และ $v = 10 \text{ m/s}$

$$\text{แทนค่าจะได้ } \lambda = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{(0.40)(10)} = 1.7 \times 10^{-34} \text{ m}$$

ตอบ ก. ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของลูกบอลเท่ากับ 1.7×10^{-34} เมตร

ข. ไม่สามารถวัดได้ เนื่องจากยังไม่มีเครื่องมือใด ๆ ที่สามารถตรวจสอบคลื่นที่มีความยาวคลื่นสั้นขนาดนี้ได้

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

เรื่อง กลศาสตร์ควอนตัมและการประยุกต์ใช้

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์อะตอม

รวม 16 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

12. อธิบายทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความยาวคลื่นเดอบรอยล์

3. สาระสำคัญ

จากแนวคิดของไฮน์สไตน์และเดอ เบรีย ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัติดังกล่าว เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค (wave-particle duality) ซึ่งเป็นรากฐานในการพัฒนา กลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics) ที่เป็นสาขาหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติในระดับอะตอมและเล็กกว่าได้อย่างกว้างขวาง นำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้าน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- อธิบายความหมายของกลศาสตร์ควอนตัมได้
- สืบค้น อภิปราย และสำรวจตรวจสอบ เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กลศาสตร์ควอนตัมได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- จำแนกประเภทหรือสร้างเกณฑ์เกี่ยวกับกลศาสตร์ควอนตัมได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

- ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

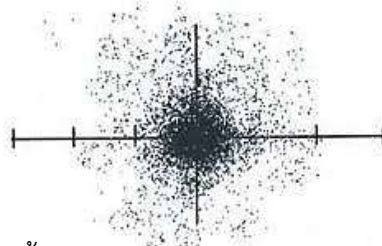
การศึกษาธรรมชาติในระดับอะตอมเรียกว่ากลศาสตร์ควอนตัม ซึ่งอธิบายอะตอมได้กว้างขวางกว่าทฤษฎีอะตอมของโบร์มาก กลศาสตร์คลื่นของชเรอดิงเงอร์ ถือว่าอิเล็กตรอนเป็นได้ทั้งอนุภาคและคลื่น

สมการคลื่นจึงแทนด้วยความเร็วของอนุภาคได้ หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก อธิบายว่าความถูกต้องของสมการคลื่นอยู่ในขอบเขตจำกัดหนึ่งตามทฤษฎีความน่าจะเป็น โครงสร้างอะตอมตามแนวคิดกลศาสตร์ควอนตัมจึงเป็นแบบกลุ่มหมอกที่บอกความน่าจะเป็นในการพบอิเล็กตรอนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของอะตอม

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

16. ครูให้นักเรียนสังเกตภาพแบบจำลองกลุ่มหมอกของไฮโดรเจน



แล้วให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างโครงสร้างอะตอมของไฮโดรเจนตามที่นักเรียนได้ศึกษามา

17. ครูทบทวนความรู้ฟิสิกส์อะตอมที่ได้ศึกษาผ่านมาในบทที่ 19 ทั้งหมด ได้แก่ อะตอมและการค้นพบอิเล็กตรอน การแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุดำและสมมติฐานของพลังค์ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก และทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค และแจ้งให้นักเรียนทราบว่าความรู้ทั้งหมดที่ผ่านมาเป็นรากฐานในการพัฒนา กลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics) ที่เป็นสาขาหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติในระดับอะตอมและเล็กกว่าได้อย่างกว้างขวาง นำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้าน

ขั้นสำรวจและค้นหา

14. ครูให้นักเรียนสืบค้นประวัติการค้นพบการทดลองและแนวคิดใหม่ในการพัฒนา กลศาสตร์ควอนตัม และทำเป็นแผนผังความคิดจำแนกประเภทหรือสร้างเกณฑ์เกี่ยวกับ กลศาสตร์ควอนตัมตามแนวคิดของตนเอง
15. ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอแผนผังความคิดของตนเอง 2-3 คน และถามความคิดเห็นของนักเรียนในห้องว่ามีความคิดเห็นอย่างไร มีส่วนไหนที่เหมือนของตนเองและส่วนไหนที่แตกต่าง ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจากแนวคิดของไอน์สไตน์และเดอ เบรย ทำให้สรุปได้ว่า คลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้ สมบัตินี้เรียกว่า ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค (wave-particle duality) ซึ่งเป็นรากฐานในการพัฒนา กลศาสตร์ควอนตัม (quantum mechanics) ที่เป็นสาขาหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติในระดับอะตอมและเล็กกว่าได้อย่างกว้างขวาง นำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้าน
14. ครูนำอภิปรายถึงการสืบค้นของนักเรียนในเรื่องของกลศาสตร์ควอนตัมว่า การศึกษาธรรมชาติในระดับอะตอมเรียกว่ากลศาสตร์ควอนตัม ซึ่งอธิบายอะตอมได้กว้างขวางกว่าทฤษฎีอะตอมของโบร์มาก กลศาสตร์คลื่นของชเรอดิงเงอร์ ถือว่าอิเล็กตรอนเป็นได้ทั้ง

อนุภาคและคลื่น สมการคลื่นจึงแทนด้วยความเร็วของอนุภาคได้ หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก อธิบายว่าความถูกต้องของสมการคลื่นอยู่ในขอบเขตจำกัดหนึ่งตามทฤษฎีความน่าจะเป็น โครงสร้างอะตอมตามแนวคิดกลศาสตร์ควอนตัมจึงเป็นแบบกลุ่มหมอกที่บอกความน่าจะเป็นในการพบอิเล็กตรอนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของอะตอม

ขั้นขยายความรู้

14. ครูให้นักเรียนศึกษาการประยุกต์ความรู้ด้านกลศาสตร์ควอนตัมในการพัฒนาเทคโนโลยี ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เลเซอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แล้วนำมาสอนหน้าชั้นเรียน โดยครูสุ่มเรียก

ขั้นประเมินผล

7. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.3

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ภาพแบบจำลองกลุ่มหมอกของไฮโดรเจน

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายความหมายของกลศาสตร์ควอนตัมได้ 2. สืบค้น อภิปราย และสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้กลศาสตร์ควอนตัมได้	- การทำกิจกรรมการสืบค้นและทำแผนผังความคิด - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.3	- นักเรียนทำกิจกรรมการสืบค้น ทำแผนผังความคิดและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของกลศาสตร์ควอนตัม ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.3 ได้ถูกต้องร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. จำแนกประเภทหรือสร้างเกณฑ์เกี่ยวกับกลศาสตร์ควอนตัมได้	- การทำกิจกรรมการสืบค้นและทำแผนผังความคิด - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.3	- นักเรียนทำกิจกรรมการสืบค้น ทำแผนผังความคิดและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของกลศาสตร์ควอนตัม ร้อยละ 70 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.3 ได้ถูกต้องร้อยละ 70

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

- การทำกิจกรรมการสืบค้น
และทำแผนผังความคิด
- คำถามในชั้นเรียน
- คำถามตรวจสอบความ
เข้าใจ 19.3

- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้
อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา
ร้อยละ 70

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.3

1. ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ขึ้นอยู่กับปริมาณใด

.....

.....

.....

2. วัตถุขนาดใหญ่ที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวันจะแสดงสมบัติคลื่นให้สังเกตได้หรือไม่ อธิบาย

.....

.....

.....

3. ตามสมมติฐานของเดอบรอยล์ อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีประจุและกำลังเคลื่อนที่สามารถแสดงสมบัติเป็นคลื่นได้ กรณีนิวตรอนซึ่งเป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุและกำลังเคลื่อนที่ จะแสดงสมบัติเป็นคลื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

4. อิเล็กตรอนสามารถแสดงสมบัติความเป็นคลื่นหรืออนุภาคได้พร้อมกัน หรือไม่ อธิบาย

.....

.....

.....

5. จงยกตัวอย่างการประยุกต์ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมในการนำมาใช้ประโยชน์ 2 ข้อ

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 19.3

1. ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ขึ้นอยู่กับปริมาณใด

ตอบ โมเมนตัมเชิงเส้น

2. วัตถุขนาดใหญ่ที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวันจะแสดงสมบัติคลื่นให้สังเกตได้หรือไม่ อธิบาย

ตอบ วัตถุขนาดใหญ่ขณะเคลื่อนที่สามารถประพฤติตัวเสมือนเป็นคลื่นได้ ตามสมมติฐานของเดอบรอยล์ แต่คลื่นที่เกิดขึ้นสังเกตได้ยาก เพราะมีความยาวคลื่นเดอบรอยล์น้อยมากจนไม่อาจวัดได้ด้วยเครื่องมือใด ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นขณะนี้

3. ตามสมมติฐานของเดอบรอยล์ อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีประจุและกำลังเคลื่อนที่สามารถแสดงสมบัติเป็นคลื่นได้ กรณีนิวตรอนซึ่งเป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุและกำลังเคลื่อนที่ จะแสดงสมบัติเป็นคลื่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ นิวตรอนที่กำลังเคลื่อนที่สามารถแสดงสมบัติเป็นคลื่นได้ และแสดงปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดได้

4. อิเล็กตรอนสามารถแสดงสมบัติความเป็นคลื่นหรืออนุภาคได้พร้อมกัน หรือไม่ อธิบาย

ตอบ อิเล็กตรอนไม่สามารถแสดงสมบัติความเป็นคลื่นหรืออนุภาคได้พร้อม ๆ กัน เนื่องจากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในอะตอม อิเล็กตรอนจะแสดงสมบัติที่เด่นชัดว่าเป็นคลื่นหรืออนุภาค เพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งเราสามารถบอกได้ว่าอิเล็กตรอนเป็นคลื่นหรืออนุภาคเมื่อมีการทดลองให้อิเล็กตรอนแสดงพฤติกรรมออกมาเท่านั้น

5. จงยกตัวอย่างการประยุกต์ความรู้ทางกลศาสตร์ควอนตัมในการนำมาใช้ประโยชน์ 2 ข้อ

ตอบ การประดิษฐ์ตัวนำยิ่งยวดยิ่ง (superconductor) ซึ่งเป็นสารที่จะมีสภาพต้านทานไฟฟ้าเป็นศูนย์เมื่อมีอุณหภูมิต่ำกว่าค่าหนึ่ง โดยใช้กลศาสตร์ควอนตัมในการอธิบาย และ เทคโนโลยีสารสนเทศควอนตัม (Quantum Information Technology) เป็นการนำสมบัติเชิงควอนตัมของอนุภาคตามหลักกลศาสตร์ควอนตัมมาประยุกต์เข้ากับการพัฒนาการใช้งานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้มีความรวดเร็วและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13

เรื่อง เสถียรภาพของนิวเคลียส

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 6 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

รวม 36 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

15. อธิบายแรงแม่เหล็กไฟฟ้า เสถียรภาพของนิวเคลียส และพลังงานยึดเหนี่ยว รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. สาระสำคัญ

ภายในนิวเคลียสมีแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้อธิบายเสถียรภาพของนิวเคลียส

การทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกันต้องใช้พลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน ตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$

นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงจะมีเสถียรภาพดีกว่านิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนต่ำ โดยพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนคำนวณได้จากสมการ $\frac{E}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวกับส่วนพร่องมวลได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวกับเสถียรภาพของนิวเคลียสได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. คำนวณพลังงานยึดเหนี่ยวและพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สารการเรียนรู้

ภายในนิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนซึ่งมีประจุบวกและนิวตรอนซึ่งเป็นกลางทางไฟฟ้า เรียกอนุภาคทั้งสองว่า นิวคลีออน (nucleon) การที่นิวคลีออนอยู่รวมกันได้ภายในนิวเคลียสเนื่องจากมีแรงนิวเคลียร์ (nuclear force) ซึ่งมีความมากกว่าแรงผลักทางไฟฟ้ายึดเหนี่ยวนิวคลีออนไว้ แรงนิวเคลียร์เป็นแรงดึงดูดที่ส่งผลเฉพาะในระยะใกล้มาก ไม่ขึ้นกับประจุและมวลของนิวคลีออน การที่นิวเคลียสของธาตุและไอโซโทปของธาตุหลายชนิดมีเสถียรภาพหรือไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา เนื่องจากมีแรงนิวเคลียร์ที่มากพอ

การทำให้นิวคลีออนแยกออกจากกัน ต้องให้พลังงานแก่นิวเคลียส โดยพลังงานที่พอดีทำให้นิวคลีออนทั้งหมดในนิวเคลียสแยกออกจากกัน เรียกว่า พลังงานยึดเหนี่ยว (binding energy หรือ nuclear binding energy, E) พลังงานยึดเหนี่ยวมีค่าเทียบเท่ากับส่วนของมวลที่แตกต่างระหว่างมวลของนิวเคลียสกับมวลรวมของนิวคลีออนทั้งหมดในนิวเคลียส เรียกว่า ส่วนพร่องมวล (mass defect, Δm) ตามสมการ

$$E = (\Delta m)c^2$$

การพิจารณาเสถียรภาพของนิวเคลียสสามารถพิจารณาได้จาก พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของนิวเคลียสของธาตุหรือไอโซโทปของธาตุนั้น เขียนสมการได้เป็น $\frac{E}{A} = \frac{(\Delta m)c^2}{A}$

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูกล่าวถึงประโยชน์ของรังสีทางฟิสิกส์นิวเคลียร์หรือประโยชน์ที่ได้จากความรู้ทางฟิสิกส์นิวเคลียร์ เช่น การใช้รังสีในด้านอุตสาหกรรมอณูณีที่ช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ หรือ การใช้รังสีในการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคมะเร็ง จากนั้นถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า รังสีทางฟิสิกส์นิวเคลียร์แตกต่างจากรังสีที่นักเรียนเคยได้เรียนรู้มาอย่างไร รังสีเกี่ยวข้องกับนิวเคลียสของอะตอมหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบเป็นแบบปลายเปิด)
2. ครูถามนักเรียนว่า โครงสร้างอะตอมและพฤติกรรมของอะตอม เช่น ในนิวเคลียสมีโครงสร้างอย่างไร และพฤติกรรมต่าง ๆ ของนิวเคลียส จะเหมือนหรือแตกต่างจากพฤติกรรมของอะตอมหรือไม่ (แนวคำตอบเป็นแบบปลายเปิด)
3. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบภายในนิวเคลียส ที่นักเรียนได้เรียนรู้มา จากนั้นตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า เพราะเหตุใด โปรตอนที่มีประจุไฟฟ้าบวกหลายอนุภาคจึงอยู่รวมกันได้ภายในนิวเคลียส โดยไม่แยกออกจากกันด้วยแรงผลักทางไฟฟ้า โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และชี้แจงว่าเราจะมาหาคำตอบในเรื่องนี้จากการศึกษาในขั้นต่อไป

ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนศึกษาการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีเกี่ยวกับแรงนิวเคลียร์ และธรรมชาติของแรงนิวเคลียร์ ในหนังสือเรียน จากนั้น ครูนำอภิปรายโดยใช้รูป 20.1 ประกอบ จนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแรงนิวเคลียร์ดังนี้
 - 1.1 แรงนิวเคลียร์เป็นแรงดึงดูดระหว่างโปรตอนกับโปรตอน นิวตรอนกับนิวตรอน และ โปรตอนกับนิวตรอน ในนิวเคลียส
 - 1.2 แรงนิวเคลียร์ไม่ขึ้นกับประจุและมวลของนิวคลีออน แรงนิวเคลียร์ระหว่างคู่นิวคลีออนเหล่านี้จึงมีค่าเท่ากัน

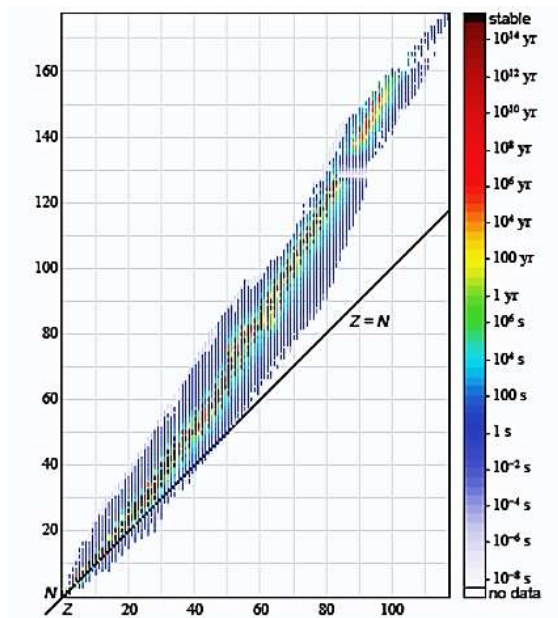
1.3 แรงนิวเคลียร์ส่งผลกระทบเฉพาะในระยะใกล้มาก (very short-range force) จึงเป็นแรงที่กระทำระหว่างนิวคลีออนที่อยู่ติดกันเท่านั้น ไม่ส่งผลต่อนิวคลีออนอื่น ๆ ที่อยู่ถัดออกไป

1.4 แรงนิวเคลียร์ทำให้นิวเคลียสของธาตุและไอโซโทปของธาตุประมาณ 270 ชนิด มีเสถียรภาพ

2. ครูให้นักเรียนศึกษาตาราง 20.1 โดยครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับไอโซโทปและสัญลักษณ์นิวเคลียร์เพิ่มเติม ให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า จำนวนโปรตอนกับจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียส มีความสัมพันธ์กับเสถียรภาพของนิวเคลียสหรือไม่
3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมลองทำดู โดยให้วาดจุดสีดำที่แสดงกับจำนวนนิวตรอน (N) และจำนวนโปรตอน (Z) ของนิวเคลียสเสถียรของไอโซโทปลงบนกราฟระหว่างจำนวนนิวตรอน และจำนวนโปรตอน โดยใช้ข้อมูลในตาราง 20.1 จากนั้น ให้ลากเส้นสีแดงที่ $N = Z$ ลงบนกราฟ แล้วให้นักเรียนสังเกตและอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนิวตรอนกับจำนวนโปรตอนของนิวเคลียสที่เสถียร

ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูให้นักเรียนดูรูป 20.2 ในหนังสือเรียน แล้วถามนักเรียนว่า สำหรับไอโซโทปที่มีมวลน้อย นิวเคลียสที่เสถียรคือนิวเคลียสที่มีจำนวนนิวตรอนกับจำนวนโปรตอนเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ : สำหรับไอโซโทปที่มีมวลน้อย หรือมีจำนวนโปรตอนน้อยกว่า 20 ($Z < 20$) นิวเคลียสที่เสถียรคือนิวเคลียสที่มีจำนวนนิวตรอนประมาณเท่ากับจำนวนโปรตอน)
2. ครูให้นักเรียนดูรูป 20.2 ในหนังสือเรียน แล้วถามนักเรียนว่า สำหรับไอโซโทปที่มีมวลมาก นิวเคลียสที่เสถียรคือนิวเคลียสที่มีจำนวนนิวตรอนกับจำนวนโปรตอนเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ : สำหรับไอโซโทปที่มีจำนวนโปรตอนมากกว่า 20 ($Z > 20$) นิวเคลียสที่เสถียรคือนิวเคลียสที่มีจำนวนนิวตรอนมากกว่าโปรตอน ($N > Z$) เนื่องจาก จำนวนนิวตรอนที่เพิ่มขึ้นอย่างเหมาะสมทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวทางนิวเคลียร์มากพอสำหรับการทำให้นิวเคลียสมีเสถียรภาพ ทั้งนี้ เมื่อพิจารณากราฟระหว่างจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนของไอโซโทปทั้งหมด จะพบว่าสำหรับไอโซโทปที่มีจำนวนโปรตอนมากกว่า 83 ($Z > 83$) ไม่มีนิวเคลียสที่มีเสถียรภาพ)
3. ครูเน้นย้ำกับนักเรียนว่า การมีจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสอย่างเหมาะสม ทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวทางนิวเคลียร์มากพอที่จะชดเชยแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างโปรตอน นิวเคลียสจึงมีเสถียรภาพ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าจำนวนนิวตรอนในนิวเคลียสมากเกินไป ทำให้นิวเคลียสไม่เสถียรได้
4. ครูแสดงกราฟระหว่างจำนวนนิวตรอนกับจำนวนโปรตอนของธาตุและไอโซโทปที่ได้รับ การค้นพบหรือสังเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการทั้งหมด มีลักษณะดังรูป



ส่วนของกราฟที่มีลักษณะเป็นแถบยาวสีดำเป็นกลุ่มของจุดที่แทนนิวเคลียสที่เสถียร เรียกว่า แถบเสถียรภาพ (belt of stability) ส่วนบริเวณที่จำนวนโปรตอนมากกว่า 83 เป็นบริเวณที่ไม่มีนิวเคลียสที่เสถียรโดยนิวเคลียสเหล่านี้ มีแนวโน้มที่สลายให้แอลฟา (alpha decay) เพื่อเปลี่ยนไปเป็นนิวเคลียสชนิดใหม่ที่มีจำนวนโปรตอนและจำนวน นิวตรอนลดลงและมีเสถียรภาพมากกว่า ส่วนบริเวณที่อยู่เหนือแถบเสถียรภาพ เป็น บริเวณที่นิวเคลียสมีสัดส่วนของจำนวนนิวตรอนต่อจำนวนโปรตอนมากเกินไป และมี แนวโน้มจะสลายให้บีตาลบ (beta-minus decay) เพื่อเปลี่ยนไปเป็นนิวเคลียสชนิดใหม่ ที่มีจำนวนโปรตอนเพิ่มขึ้นแต่จำนวนนิวตรอนลดลง และมีเสถียรภาพมากกว่า ส่วนบริเวณที่อยู่ใต้แถบเสถียรภาพ เป็นบริเวณที่นิวเคลียสมีสัดส่วนของจำนวนนิวตรอน ต่อจำนวนโปรตอนน้อยเกินไป และมีแนวโน้มจะสลายให้บีตาบวก (beta-plus decay) เพื่อเปลี่ยนไปเป็นนิวเคลียสชนิดใหม่ที่มีจำนวนโปรตอนลดลงแต่จำนวนนิวตรอนเพิ่มขึ้น และมีเสถียรภาพมากกว่า

5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงรัศมีของนิวเคลียส ดังนี้

นิวเคลียสของอะตอมส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นทรงกลมและมีรัศมีโดยเฉลี่ยขึ้นกับเลข

มวลตามสมการ $r = aA^{\frac{1}{3}}$ โดยที่ $a = 1.2 \times 10^{-15}$ เมตร และ A คือ เลขมวล

ดังนั้น อะตอมไฮโดรเจน ซึ่งมีเลขมวลเท่ากับ 1 จะมีรัศมีของนิวเคลียสประมาณ

1.2×10^{-15} เมตร ส่วนทองคำซึ่งมีเลขมวลเท่ากับ 197 มีรัศมีของนิวเคลียสประมาณ

7.0×10^{-15} เมตร ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่า 10^{-15} เมตร หรือ 1 เฟมโตเมตร เป็นค่าที่ใช้กันบ่อย

ในการศึกษาทางด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์ ดังนั้น เพื่อความสะดวก จึงได้มีการเรียกชื่อ

ปริมาณดังกล่าวด้วยคำสั้น ๆ ว่า แฟร์มี ตามชื่อของ เอนริโก แฟร์มี (Enrico Fermi) ซึ่ง

เป็นนักฟิสิกส์ชาวอิตาลีที่มีผลงานสำคัญทางด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์ โดยกำหนดให้

$\text{fm} = 10^{-15} \text{ m}$ โดยทั่วไป รัศมีของนิวเคลียสของธาตุต่าง ๆ จะมีค่าในระดับแฟร์มี ซึ่งถือ

ว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับขนาดของอะตอมซึ่งมีค่าประมาณ 10^{-10} เมตร หรือ

1 อังสตรอม อังสตรอมเป็นหน่วยที่ตั้งขึ้นตามชื่อของ อังเดร โจนาส อังสตรอม (Anders

Jonas Ångström) นักฟิสิกส์ชาวสวีเดน ผู้ที่ศึกษาสเปกตรัมของดวงอาทิตย์และได้เสนอ

ให้ใช้หน่วยของความยาวคลื่นของสเปกตรัมของดวงอาทิตย์เป็นจำนวนเท่าของ 10^{-10} เมตร ซึ่งต่อมา หน่วยดังกล่าวได้รับการเรียกตามชื่อของเขาในการพิจารณาขนาดของอะตอม เนื่องจากอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียสของอะตอมไม่มีตำแหน่งที่แน่นอน จึงไม่สามารถระบุขอบเขตที่ชัดเจนของอะตอมได้ อีกทั้ง โดยทั่วไป อะตอมจะไม่อยู่เป็นอะตอมเดี่ยว แต่จะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมอื่นไว้ตั้งแต่ 1 อะตอมขึ้นไป ดังนั้น ขนาดของอะตอมจึงบอกด้วย รัศมีอะตอม (atomic radius) ซึ่งกำหนดให้มีค่าครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอม 2 อะตอมที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมไว้ด้วยกันหรืออยู่ชิดกันซึ่งโดยทั่วไปอะตอมมีรัศมีประมาณ 1 - 2 อังสตรอม

ชั้นขยายความรู้

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับพลังงานยึดเหนี่ยว และการทดลองฉายรังสีแกมมาไปยังดิวเทรียมตามรายละเอียดในหนังสือเรียน และจัดกิจกรรมสาธิต โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 คน แล้วให้นักเรียนคนแรกเป็นโปรตอน คนที่สองเป็นนิวตรอน โดยให้ทั้งสองจับมือกันไว้ด้วยระดับความกระชับแตกต่างกัน 3 - 4 ระดับ เปรียบได้กับโปรตอนกับนิวตรอนในนิวเคลียสที่มีแรงนิวเคลียร์ยึดเหนี่ยวกันไว้แตกต่างกัน จากนั้น ในการจับมือแต่ละครั้ง ให้นักเรียนคนที่สามพยายามวิ่งเข้าแทรกเพื่อทำให้มือของนักเรียนสองคนแรกแยกออกจากกัน
2. หลังกิจกรรมสาธิต ครูน่านักเรียนอภิปรายโดยตั้งคำถามว่า ถ้าเปรียบเทียบพลังงานที่ต้องทำให้มือของนักเรียนที่จับกันไว้แยกออกจากกันเป็นพลังงานที่ต้องทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกัน นิวคลีออนที่มีแรงยึดเหนี่ยวมาก จะต้องใช้พลังงานมาก หรือน้อยจึงสามารถทำให้นิวคลีออนในนิวเคลียสแยกออกจากกัน ครูน่านักเรียนจะสรุปได้ว่า ยิ่งนิวคลีออนในนิวเคลียสมีแรงยึดเหนี่ยวกันมาก ยิ่งต้องใช้พลังงานมากเพื่อทำให้นิวคลีออนแยกออกจากกัน
3. ครูน่านักเรียนเพิ่มเติมเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลต่างระหว่างมวลของดิวเทรียมกับผลรวมมวลของโปรตอนกับนิวตรอนในดิวเทรียม และการหาพลังงานที่เทียบเท่าส่วนต่างของมวลดังกล่าว โดยการพิจารณาพลังงานที่เทียบเท่ามวล 1 u จนสรุปได้ว่า
 - 3.1 ในธรรมชาติ นิวเคลียสของธาตุและไอโซโทปของธาตุทุกชนิด มีมวลน้อยกว่าผลรวมของนิวคลีออนที่อยู่ภายในนิวเคลียส เนื่องจาก การที่นิวคลีออนจะมารวมกันอยู่ได้ในนิวเคลียสต้องมีการเปลี่ยนมวลบางส่วนเป็นพลังงาน สำหรับใช้ในการยึดเหนี่ยวให้อยู่ร่วมกันเพื่อทำให้นิวเคลียสมีเสถียรภาพ
 - 3.2 ส่วนของมวลที่แตกต่างระหว่างผลรวมของนิวคลีออนทั้งหมดในนิวเคลียสกับมวลนิวเคลียสนี้ เรียกว่า ส่วนพร่องมวล (mass defect, Δm) ซึ่งเทียบเท่าพลังงานยึดเหนี่ยว (E) ของนิวเคลียสตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$ และ $E = (\Delta m)(931.5)$
4. ครูน่านักเรียนเกี่ยวกับการหาส่วนพร่องมวลจากมวลอะตอม จนสรุปได้ว่า ส่วนพร่องมวลหาได้จาก ผลต่างระหว่างผลรวมขององค์ประกอบอะตอมกับมวลอะตอมตามสมการ (20.2a) - (20.2c) จากนั้น ให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 20.1 และ 20.2 โดยมีครูอธิบายร่วมด้วย

5. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเสถียรภาพของนิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวมากกับเสถียรภาพของนิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวน้อย โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากตัวอย่าง 20.1 และ ตัวอย่าง 20.2 ประกอบการอภิปราย
6. ให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพของนิวเคลียสกับพลังงานยึดเหนี่ยว จนสรุปได้ว่า พลังงานยึดเหนี่ยวมีค่ามากขึ้นตามจำนวนนิวคลีออนในนิวเคลียสที่มากขึ้น แต่เสถียรภาพของนิวเคลียสไม่ได้ขึ้นกับพลังงานยึดเหนี่ยวเท่านั้น แต่ขึ้นกับ พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน ซึ่งเป็นพลังงานเฉลี่ยที่ต้องใช้ในการทำให้นิวคลีออนแต่ละอนุภาคในนิวเคลียสแยกออกจากกัน จากนั้นให้นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน ($\frac{E}{A}$) กับเลขมวล (A)
7. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า นิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมาก อาจเป็นนิวเคลียสที่เสถียรหรือไม่เสถียรก็ได้ เนื่องจากมีปัจจัยอื่น ๆ เกี่ยวข้องอีก เช่น นิวเคลียสของยูเรเนียม-238 ถึงแม้จะมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนประมาณ 7.57 MeV/nucleon แต่เป็นนิวเคลียสที่ไม่เสถียร เมื่อเทียบกับ He หรือ N ที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน 6.82 MeV/nucleon และ 7.47 MeV/nucleon ตามลำดับ แต่ทั้ง 2 นิวเคลียสนี้ มีเสถียรภาพมากกว่ายูเรเนียม-238
8. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 20.3 ในหนังสือเรียนโดยมีครูอธิบายร่วมด้วย

ขั้นประเมินผล

1. ครูสุ่มถามนักเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจ จากกราฟในรูป 20.4 ในหนังสือเรียน

ครูถามว่า

 - 1.1 นิวเคลียสที่มีเลขมวลอยู่ระหว่างค่าใดมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงกว่านิวเคลียสในช่วงเลขมวลอื่น ๆ (แนวคำตอบ : นิวเคลียสที่มีเลขมวลอยู่ในช่วงระหว่าง 56 - 72 เป็นนิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมากกว่านิวเคลียสในช่วงเลขมวลอื่น ๆ แต่ในความเป็นจริงแล้ว ธาตุที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนสูงกว่าธาตุอื่นจะมีเลขมวลอยู่ระหว่าง 55-70)
 - 1.2 นิวเคลียสใดมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนน้อยที่สุด (แนวคำตอบ : นิวเคลียสของดิวเทอเรียม หรือ ดิวเทอรอน เป็นนิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนน้อยที่สุด)
 - 1.3 นิวเคลียสใดมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมากที่สุด (แนวคำตอบ : นิวเคลียสของนิกเกิลเป็นนิวเคลียสที่มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมากที่สุด)
 - 1.4 การทำให้นิวคลีออนของเหล็ก แยกออกจากกันง่ายหรือยากกว่าการทำให้นิวคลีออนของโซเดียม แยกออกจากกัน เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ : การทำให้นิวคลีออนของเหล็กแยกออกจากกันยากกว่าการทำให้นิวคลีออนของโซเดียมแยกออกจากกัน เพราะนิวเคลียสของเหล็กมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมากกว่านิวเคลียสของโซเดียม)
2. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.1 และแบบฝึกหัด 20.1

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. ภาพกราฟระหว่างจำนวนนิวตรอนกับจำนวนโปรตอนของธาตุและไอโซโทปที่ได้รับการค้นพบหรือสังเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการทั้งหมด

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายธรรมชาติของแรงนิวเคลียร์ได้ 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวกับส่วนพร่องมวลได้ 3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานยึดเหนี่ยวกับเสถียรภาพของนิวเคลียสได้	- การทำกิจกรรมลองทำดู - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.1 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมลองทำดูและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของเสถียรภาพของนิวเคลียส ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.1 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. คำนวณพลังงานยึดเหนี่ยวและพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนได้	- การทำกิจกรรมลองทำดู - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.1 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมลองทำดูและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของเสถียรภาพของนิวเคลียส ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.1 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมลองทำดู - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.1 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.1

1. เพราะเหตุใดแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างโปรตอนในนิวเคลียสจึงไม่สามารถทำให้โปรตอนแยกออกจากกัน

.....

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดนิวเคลียสของไอโซโทปที่เสถียรและมีเลขอะตอมระหว่าง 20 ถึง 83 จึงมีจำนวนนิวตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน

.....

.....

.....

.....

3. จงให้ความหมายของพลังงานยึดเหนี่ยวและส่วนพร่องมวล

.....

.....

.....

.....

4. พลังงานยึดเหนี่ยวมีความสัมพันธ์กับส่วนพร่องมวลอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของนิวเคลียสมีความสัมพันธ์กับเสถียรภาพของนิวเคลียสอย่างไร

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด 20.1

คำถามต่อไปนี้ กำหนดให้

- มวล 1 u เท่ากับ 1.66×10^{-27} กิโลกรัม ซึ่ง เทียบเท่ากับพลังงาน 931.5 MeV
- พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์ เท่ากับ 1.66×10^{-19} จูล
- มวลของโปรตอนเท่ากับ 1.007276 u มวลของนิวตรอนเท่ากับ 1.008665 u และ มวลของอิเล็กตรอนเท่ากับ 0.000549 u

1. กำหนดมวลอะตอมของยูเรเนียม -238 ($^{238}_{92}\text{U}$) เท่ากับ 238.050788 u จงหาปริมาณต่อไปนี้
(คำตอบเป็นตัวเลขทศนิยม 6 ตำแหน่ง)

ก. ส่วนพร่องมวลของ $^{238}_{92}\text{U}$

ข. พลังงานยึดเหนี่ยวของ $^{238}_{92}\text{U}$

ค. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของ $^{238}_{92}\text{U}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. กำหนดมวลของอะตอมของแคลเซียม ($^{40}_{20}\text{Ca}$) เท่ากับ 39.962591 u จงหาปริมาณต่อไปนี้
(คำตอบเป็นตัวเลขทศนิยม 6 ตำแหน่ง)

ก. ส่วนพร่องมวลของ $^{40}_{20}\text{Ca}$

ข. พลังงานยึดเหนี่ยวของ $^{40}_{20}\text{Ca}$

ค. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของ $^{40}_{20}\text{Ca}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากข้อ 1. และ ข้อ 2. นิวเคลียสของธาตุใดมีเสถียรภาพมากกว่า เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของนิวเคลียสของฮีเลียม ${}^4_2\text{He}$ มีค่าเท่ากับ 6.82 MeV/nucleon จงหาส่วนพร่องมวลของฮีเลียม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. โปรตอนแต่ละอนุภาคที่อยู่ในนิวเคลียสของลิเทียม ${}^7_3\text{Li}$ ถูกยึดเหนี่ยวไว้ด้วยพลังงานเฉลี่ยเท่าไร กำหนดให้มวลอะตอมของลิเทียมเท่ากับ 7.016005 U

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.1

1. เพราะเหตุใดแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างโปรตอนในนิวเคลียสจึงไม่สามารถทำให้โปรตอนแยกออกจากกัน

ตอบ เพราะระหว่างโปรตอนมีแรงนิวเคลียร์ที่มีขนาดมากกว่าแรงไฟฟ้า ยึดเหนี่ยวให้โปรตอนอยู่รวมกันอยู่ในนิวเคลียส

2. เพราะเหตุใดนิวเคลียสของไอโซโทปที่เสถียรและมีเลขอะตอมระหว่าง 20 ถึง 83 จึงมีจำนวนนิวตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอน

ตอบ เพราะการมีจำนวนนิวตรอนมากกว่าจำนวนโปรตอนในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้มีแรงนิวเคลียร์มากพอที่จะชดเชยแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างโปรตอน ทำให้นิวเคลียสมีเสถียรภาพ

3. จงให้ความหมายของพลังงานยึดเหนี่ยวและส่วนพร่องมวล

ตอบ พลังงานยึดเหนี่ยว คือ พลังงานที่พอดีทำให้นิวคลีออนทั้งหมดในนิวเคลียสแยกออกจากกัน ส่วนพร่องมวล คือ ส่วนของมวลที่แตกต่างระหว่างมวลรวมของนิวคลีออนทั้งหมดในนิวเคลียสกับมวลของนิวเคลียส

4. พลังงานยึดเหนี่ยวมีความสัมพันธ์กับส่วนพร่องมวลอย่างไร

ตอบ พลังงานยึดเหนี่ยวเท่ากับพลังงานที่เทียบเท่าส่วนพร่องมวลตามสมการความสัมพันธ์มวลกับพลังงาน $E = (\Delta m)c^2$

5. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของนิวเคลียสมีความสัมพันธ์กับเสถียรภาพของนิวเคลียสอย่างไร

ตอบ สำหรับนิวเคลียสที่เสถียร นิวเคลียสที่มีเสถียรภาพมากจะมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมาก แต่สำหรับนิวเคลียสที่ไม่เสถียร พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนไม่สัมพันธ์กับเสถียรภาพของนิวเคลียส

เฉลยแบบฝึกหัด 20.1

คำถามต่อไปนี้ กำหนดให้

- มวล 1 u เท่ากับ 1.66×10^{-27} กิโลกรัม ซึ่ง เทียบเท่ากับพลังงาน 931.5 MeV
- พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์ เท่ากับ 1.66×10^{-19} จูล
- มวลของโปรตอนเท่ากับ 1.007276 u มวลของนิวตรอนเท่ากับ 1.008665 u และ มวลของอิเล็กตรอนเท่ากับ 0.000549 u

1. กำหนดมวลอะตอมของยูเรเนียม -238 ($^{238}_{92}\text{U}$) เท่ากับ 238.050788 u จงหาปริมาณต่อไปนี้
(คำตอบเป็นตัวเลขทศนิยม 6 ตำแหน่ง)

ก. ส่วนพร่องมวลของ $^{238}_{92}\text{U}$ ข. พลังงานยึดเหนี่ยวของ $^{238}_{92}\text{U}$ ค. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของ $^{238}_{92}\text{U}$

วิธีทำ ก. อะตอมของยูเรเนียม-238 ประกอบด้วยโปรตอน 92 โปรตอน

นิวตรอน 146 นิวตรอน และ อิเล็กตรอน 92 อิเล็กตรอน

$$\begin{aligned}\text{มวลรวมขององค์ประกอบของอะตอม } ^{238}_{92}\text{U} &= 92m_p + 146m_n + 92m_e \\ &= 92(1.007276 \text{ u}) + 146(1.008665 \text{ u}) + 92(0.000549 \text{ u}) \\ &= 239.984990 \text{ u}\end{aligned}$$

หาส่วนพร่องมวล (Δm) จากผลต่างระหว่างมวลรวมขององค์ประกอบของอะตอมกับมวลอะตอม
ดังนี้

$$\begin{aligned}\Delta m &= \text{มวลรวมขององค์ประกอบอะตอม } ^{238}_{92}\text{U} - \text{มวลอะตอม } ^{238}_{92}\text{U} \\ &= 239.984990 \text{ u} - 238.050788 \text{ u} = 1.934202 \text{ u} \\ &= (1.934202 \text{ u})(1.66 \times 10^{-27} \text{ kg/u}) \\ &= 3.210775 \times 10^{-27} \text{ kg}\end{aligned}$$

ข. หาพลังงานยึดเหนี่ยวที่เทียบเท่ากับส่วนพร่องมวลโดยใช้สมการ $E = \Delta m (931.5 \text{ MeV/u})$
แทนค่า จะได้

$$\begin{aligned}E &= (1.934202 \text{ u})(931.5 \text{ MeV/u}) \\ &= 1801.709 \text{ MeV} \\ &= 1.801709 \times 10^3 \text{ MeV}\end{aligned}$$

ค. นิวเคลียสของยูเรเนียม-238 มีจำนวนนิวคลีออน 238 นิวคลีออน

ดังนั้น พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน $\left(\frac{E}{A}\right)$ เท่ากับ

$$\frac{E}{A} = \frac{1801.709}{238} = 7.570206 \text{ MeV/nucleon}$$

ตอบ ก. ส่วนพร่องมวลของยูเรเนียม -238 เท่ากับ 1.934202 u หรือ 3.210775×10^{-27} กิโลกรัม

ข. พลังงานยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสของยูเรเนียม -238 เท่ากับ 1.801709×10^3 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

ค. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของยูเรเนียม -238 เท่ากับ 7.570206 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

2. กำหนดมวลของอะตอมของแคลเซียม ($^{40}_{20}\text{Ca}$) เท่ากับ 39.962591 u จงหาปริมาณต่อไปนี้ (คำตอบเป็นตัวเลขทศนิยม 6 ตำแหน่ง)

ก. ส่วนพร่องมวลของ $^{40}_{20}\text{Ca}$

ข. พลังงานยึดเหนี่ยวของ $^{40}_{20}\text{Ca}$

ค. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของ $^{40}_{20}\text{Ca}$

วิธีทำ ก. อะตอมของแคลเซียมประกอบด้วยโปรตอน 20 โปรตอน นิวตรอน 20 นิวตรอน และอิเล็กตรอน 20 อิเล็กตรอน

$$\begin{aligned}\text{มวลรวมขององค์ประกอบของอะตอม } ^{40}_{20}\text{Ca} &= 20m_p + 20m_n + 20m_e \\ &= 20(1.007276 \text{ u}) + 20(1.008665 \text{ u}) + 20(0.000549 \text{ u}) \\ &= 40.329800 \text{ u}\end{aligned}$$

หาส่วนพร่องมวล (Δm) จากผลต่างระหว่างมวลรวมขององค์ประกอบของอะตอมกับมวลอะตอม ดังนี้

$$\begin{aligned}\Delta m &= \text{มวลรวมขององค์ประกอบอะตอม } ^{40}_{20}\text{Ca} - \text{มวลอะตอม } ^{40}_{20}\text{Ca} \\ &= 40.329800 \text{ u} - 39.962591 \text{ u} \\ &= 0.367209 \text{ u} \\ &= (0.367209 \text{ u})(1.66 \times 10^{-27} \text{ kg/u}) \\ &= 6.095669 \times 10^{-28} \text{ kg}\end{aligned}$$

ข. หาพลังงานยึดเหนี่ยวที่เทียบเท่ากับส่วนพร่องมวลโดยใช้สมการ

$$E = \Delta m (931.5 \text{ MeV/u})$$

แทนค่า จะได้

$$\begin{aligned}E &= (0.367209 \text{ u})(931.5 \text{ MeV/u}) \\ &= 342.0552 \text{ MeV} \\ &= 3.420552 \times 10^2 \text{ MeV}\end{aligned}$$

ค. นิวเคลียสของแคลเซียม มีจำนวนนิวคลีออน 40 นิวคลีออน

ดังนั้น พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน $\left(\frac{E}{A}\right)$ เท่ากับ

$$\frac{E}{A} = \frac{342.0552}{40} = 8.551380 \text{ MeV/nucleon}$$

ตอบ ก. ส่วนพร่องมวลของแคลเซียม เท่ากับ 0.367209 u หรือ 6.095669×10^{-28} กิโลกรัม

ข. พลังงานยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสของแคลเซียม เท่ากับ 3.420552×10^2 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

ค. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของแคลเซียม เท่ากับ 8.551380 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

3. จากข้อ 1. และ ข้อ 2. นิวเคลียสของธาตุใดมีเสถียรภาพมากกว่า เพราะเหตุใด

วิธีทำ พิจารณาเสถียรภาพจากพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของนิวเคลียส ถ้านิวเคลียสใดมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมาก แสดงว่า นิวเคลียสนั้น มีเสถียรภาพมากกว่า ซึ่งในที่นี้ นิวเคลียสของแคลเซียม มีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่ากับ 8.551380 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ ซึ่งมากกว่า นิวเคลียสของยูเรเนียม-238 ซึ่งมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนเท่ากับ 7.570206 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ ดังนั้น นิวเคลียสของแคลเซียม จึงมีเสถียรภาพมากกว่า

ตอบ นิวเคลียสของแคลเซียมมีเสถียรภาพมากกว่านิวเคลียสของยูเรเนียม-238 เพราะมีพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนมากกว่า

4. พลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของนิวเคลียสของฮีเลียม ${}^4_2\text{He}$ มีค่าเท่ากับ 6.82 MeV/nucleon จงหาส่วนพร่องมวลของฮีเลียม

วิธีทำ นิวเคลียสของฮีเลียม มีจำนวนนิวคลีออนเท่ากับ 4 นิวคลีออน ดังนั้น นิวเคลียสของฮีเลียมมีพลังงานยึดเหนี่ยว

$$E = (4 \text{ nucleon}) (6.82 \text{ MeV/nucleon}) \\ = 27.28 \text{ MeV}$$

หาส่วนพร่องมวล โดยใช้สมการ $E = \Delta m (931.5 \text{ MeV/u})$

$$\text{จัดรูปสมการใหม่ได้เป็น } \Delta m = \frac{E}{931.5} = \frac{27.28}{931.5} = 0.029 \text{ u}$$

ตอบ นิวเคลียสของฮีเลียม มีส่วนพร่องมวลเท่ากับ 0.029 u

5. โปรตอนแต่ละอนุภาคที่อยู่ในนิวเคลียสของลิเทียม ${}^7_3\text{Li}$ ถูกยึดเหนี่ยวไว้ด้วยพลังงานเฉลี่ยเท่าไร กำหนดให้มวลอะตอมของลิเทียมเท่ากับ 7.016005 u

วิธีทำ หาพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออนของลิเทียม (${}^7_3\text{Li}$) โดยเริ่มจาก หาส่วนพร่องมวลอะตอมของลิเทียมประกอบด้วยโปรตอน 3 โปรตอน นิวตรอน 4 นิวตรอน และอิเล็กตรอน 3 อิเล็กตรอน หาส่วนพร่องมวลจากสมการ $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n + Zm_e] - m_{\text{Li-7}}$

$$\text{แทนค่าจะได้ } \Delta m = [3(1.007276 \text{ u}) + 4(1.008665 \text{ u}) + 3(0.000549 \text{ u})] - 7.016005 \text{ u} \\ = 0.042130 \text{ u}$$

หาพลังงานยึดเหนี่ยวที่เทียบเท่ากับส่วนพร่องมวล

$$E = (0.04213 \text{ u})(931.5 \text{ MeV/u}) = 39.244095 \text{ MeV}$$

$$\text{หาพลังงานยึดเหนี่ยวต่อนิวคลีออน เท่ากับ } \frac{E}{A} = \frac{39.244095}{7} = 5.606299 \text{ MeV/nucleon}$$

ตอบ โปรตอนแต่ละอนุภาคในนิวเคลียสของลิเทียม ถูกยึดเหนี่ยวไว้ด้วยพลังงานเฉลี่ยเท่ากับ 5.606299 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14

เรื่อง การค้นพบกัมมันตภาพรังสี

รายวิชา ฟิสิกส์ 5

รหัสวิชา ว30205

เวลา 6 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

รวม 36 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการฟิชชันนิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

13. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา

3. สาระสำคัญ

กัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุกัมมันตรังสีแผ่รังสีได้เองอย่างต่อเนื่อง รังสีที่ออกมา มี 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตา และแกมมา

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายของกัมมันตภาพรังสี ธาตุกัมมันตรังสี และ ไอโซโทปกัมมันตรังสีได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ระบุชนิดและบอกสมบัติของรังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

ธาตุที่มีนิวเคลียสไม่เสถียรจะแผ่รังสีออกมาได้เองอย่างต่อเนื่อง เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า กัมมันตภาพรังสี (radioactivity) โดยไอโซโทปของธาตุที่สามารถแผ่รังสีได้เองเรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี (radioactive isotope) ส่วนธาตุที่ทุกไอโซโทปเป็นไอโซโทปกัมมันตรังสี เรียกว่า ธาตุกัมมันตรังสี (radioactive element)

รังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีส่วนใหญ่มี 3 ชนิด ได้แก่ รังสีแอลฟา (alpha ray)

รังสีบีตา (beta ray) และรังสีแกมมา (gamma ray) ซึ่งรังสีแต่ละชนิดมีองค์ประกอบ ประจุไฟฟ้า มวล อำนาจทะลุผ่าน และ สมบัติอื่น ๆ แตกต่างกัน

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูถามนักเรียนว่า จากการเรียนที่ผ่านมา เป็นการศึกษาเกี่ยวกับนิวเคลียสที่เสถียร ถ้า นิวเคลียสไม่เสถียร จะทำให้ธาตุหรือไอโซโทปมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร คำตอบเป็นแบบปลายเปิด
2. ครูแจ้งว่า ในหัวข้อนี้นักเรียนจะได้เรียนเกี่ยวกับการค้นพบกัมมันตภาพรังสี รังสีชนิดต่าง ๆ ต้นเหตุของกัมมันตภาพรังสี และปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแผ่รังสี

ขั้นสำรวจและค้นหา

4. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการค้นพบกัมมันตภาพรังสีของเบ็กเกอเรล ในหัวข้อ 20.2.1 ในหนังสือเรียน แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ดังนี้
 - 1.1 การทดลองของเบ็กเกอเรล มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาในเรื่องใด
 - 1.2 เหตุใดเบ็กเกอเรล จึงใส่ฟิล์มถ่ายรูปไว้ในช่องกระดาษสีดำ ขณะที่ทำการทดลองกลางแดด
 - 1.3 เหตุผลใดเบ็กเกอเรลจึงสรุปว่า สารประกอบยูเรเนียมปล่อยรังสีชนิดหนึ่งออกมาโดยไม่เกี่ยวข้องกับแสงแดด
 - 1.4 รังสีที่ได้จากสารประกอบยูเรเนียม มีสมบัติเหมือนและแตกต่างจากรังสีเอกซ์อย่างไร
5. ครูให้นักเรียนศึกษาความหมายของกัมมันตภาพรังสี ไอโซโทปกัมมันตรังสี และ ธาตุกัมมันตรังสี จากแหล่งสืบค้นต่าง ๆ และให้นักเรียนนำเสนอผลการศึกษา ในรูปของแผนผังความคิด

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย คำถามจากหัวข้อ 20.2.1 จนได้แนวคำตอบดังนี้
 - 1.1 การทดลองของเบ็กเกอเรล มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาในเรื่องใด
(แนวคำตอบ : การทดลองของเบ็กเกอเรล มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเรืองแสงและปล่อยรังสีเอกซ์ของสารเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงแดด)
 - 1.2 เหตุใดเบ็กเกอเรล จึงใส่ฟิล์มถ่ายรูปไว้ในช่องกระดาษสีดำ ขณะที่ทำการทดลองกลางแดด (แนวคำตอบ : การใส่ฟิล์มถ่ายรูปไว้ในช่องกระดาษ เพื่อป้องกันไม่ให้แสงแดดตกกระทบแผ่นฟิล์ม ซึ่งทำให้ฟิล์มมีรอยดำและผลการทดลองคลาดเคลื่อน)
 - 1.3 เหตุผลใดเบ็กเกอเรลจึงสรุปว่า สารประกอบยูเรเนียมปล่อยรังสีชนิดหนึ่งออกมาโดยไม่เกี่ยวข้องกับแสงแดด (แนวคำตอบ : ในการทดลองกับสารประกอบของยูเรเนียม ถึงแม้เบ็กเกอเรลจะเก็บชุดอุปกรณ์ไว้ในลิ้นชักซึ่งไม่ถูกแสงแดดเป็นเวลาหลายวัน แต่เมื่อนำฟิล์มที่เก็บไว้ไปล้างพบว่า เกิดรอยดำบนแผ่นฟิล์มมีสีเข้มกว่า เมื่อครั้งที่ทดลองกับแสงแดด)
 - 1.4 รังสีที่ได้จากสารประกอบยูเรเนียม มีสมบัติเหมือนและแตกต่างจากรังสีเอกซ์อย่างไร (แนวคำตอบ : รังสีที่แผ่ออกมาจากสารประกอบของยูเรเนียม มีสมบัติบาง

ประการคล้ายรังสีเอกซ์ เช่น สามารถทะลุผ่านวัตถุทึบแสง ทำให้อากาศที่รังสีนี้ผ่านแตกตัวเป็นไอออน แต่รังสีที่ได้จากสารประกอบของยูเรเนียมเกิดขึ้นเองตลอดเวลา ในขณะที่รังสีเอกซ์เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่ได้ ต้องผ่านการกระตุ้น)

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การค้นพบปรากฏการณ์แผ่รังสีของแบ็กเกอเรล แม้จะเป็นการบังเอิญแต่เพราะความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ประกอบกับการมีความรู้และประสบการณ์ในเรื่องที่ศึกษามาพอสมควร จึงทำให้แบ็กเกอเรลสามารถค้นพบปรากฏการณ์ครั้งประวัติศาสตร์ที่ได้เป็นแรงผลักดันให้นักวิทยาศาสตร์อีกหลาย ๆ คน เช่น ปีแอร์ กูรี และ มารี กูรี ได้ทำการทดลองและศึกษาเพิ่มเติม จนทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างมาก ดังนั้น นักเรียนจึงควรพิจารณานำไปเป็นแบบอย่างเมื่อทำการทดลองในวิชาฟิสิกส์หรือเมื่อต้องศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเปรียบเทียบการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีกับการให้แสงกับหลอดไฟ โดยเน้นความแตกต่างระหว่างสถานการณ์ทั้งสอง เช่น การแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีไม่สามารถควบคุมได้ แต่การให้แสงของหลอดไฟสามารถควบคุมได้ด้วยสวิตช์ หรือการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีเกิดขึ้นได้เอง แต่การให้แสงของหลอดไฟต้องมีกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดไฟ
4. ครูสรุปความแตกต่างของการใช้คำว่า กัมมันตภาพรังสี กับคำว่า กัมมันตรังสี ซึ่งคำแรกเป็นคำนามที่หมายถึงปรากฏการณ์ชนิดหนึ่ง ส่วนอีกคำ เป็นคำคุณศัพท์ ที่ใช้ขยายคำอื่น ๆ เพื่อบอกถึงสมบัติการแผ่รังสีได้เอง เช่น ไอโซโทปกัมมันตรังสี ธาตุกัมมันตรังสี

ขั้นขยายความรู้

9. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการค้นพบกัมมันตภาพรังสี จากนั้นถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า รังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีแตกต่างจากรังสีที่นักเรียนเคยได้เรียนรู้มาหรือไม่ อย่างไร และ รังสีที่แผ่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสี มีรังสีชนิดใดบ้าง
10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปดังนี้
 - 2.1 รังสีที่แผ่ออกจากธาตุกัมมันตรังสี เป็นอนุภาคหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อรังสีแผ่ออกจากแหล่งกำเนิด จะถ่ายโอนพลังงานให้สิ่งแวดล้อม และเมื่อรังสีตกกระทบวัตถุใดวัตถุหนึ่ง พลังงานจากรังสีจะถ่ายโอนให้กับวัตถุนั้น ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลหรืออะตอมของวัตถุแต่ไม่ทำให้วัตถุนั้นหรืออากาศที่อยู่รอบ ๆ มีการปนเปื้อนรังสี
 - 2.2 รังสีแอลฟามีมวลมากที่สุด เมื่อเคลื่อนที่ผ่านวัสดุต่าง ๆ จะสูญเสียพลังงานได้มากที่สุด จึงทะลุผ่านวัตถุได้น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับรังสีอื่น
 - 2.3 รังสีบีตา เมื่อจำแนกอย่างละเอียด มีทั้งรังสีบีตาลบ ที่เป็น อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง และ รังสีบีตาบวก ที่เป็นโพสิตรอนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง
 - 2.4 รังสีบีตาไม่ใช่รังสีแคโทด เพราะรังสีบีตาเกิดจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสี แต่รังสีแคโทด คือ ลำอิเล็กตรอนที่ถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ในหลอดรังสีแคโทดซึ่งมีพลังงานต่ำกว่ารังสีบีตา
 - 2.5 รังสีที่แผ่จากธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีส่วนใหญ่มี 3 ชนิด คือ รังสีแอลฟา บีตา และ แกมมา นอกจากนี้ ยังมีรังสีชนิดอื่น ๆ อีกที่แผ่ออกจากธาตุและไอโซโทป

กัมมันตรังสี เช่น รังสีนิวตรอน รังสีโปรตอน

2.6 รังสีจากธาตุกัมมันตรังสี มีทั้งที่เป็นอนุภาค เช่น อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา และที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ รังสีแกมมา

11. ครูให้นักเรียนศึกษา แนวการเบนของรังสีในรูป 20.7 และถามนักเรียนว่าสามารถสรุปได้ว่ามีรังสีแตกต่างกันอย่างน้อยกี่ชนิด และ รังสีแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกันอย่างไร
(แนวคำตอบ : จากความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามแม่เหล็ก การเบนของรังสีในสนามแม่เหล็ก 3 แนว สามารถวิเคราะห์ได้ว่า รังสีมีประจุไฟฟ้าแตกต่างกัน 3 ชนิด ซึ่งประกอบไปด้วยรังสีที่มีประจุไฟฟ้าบวก ประจุไฟฟ้านลบ และ เป็นกลางทางไฟฟ้า)
12. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า มวลที่ต่างกันของรังสีทั้ง 3 ชนิด ทำให้อำนาจทะลุผ่านวัสดุแตกต่างกันเพราะรังสีที่มีมวลมาก เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง จะชนกับอนุภาคของตัวกลางและสูญเสียพลังงานได้มากกว่ารังสีที่มีมวลน้อย รังสีที่มีมวลมากจึงมีอำนาจทะลุผ่านต่ำกว่ารังสีที่มีมวลน้อยกว่า และการที่รังสีทั้ง 3 ชนิด สามารถทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนได้แตกต่างกันเพราะความสามารถในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนขึ้นกับขนาดของประจุไฟฟ้าของรังสี ดังนั้น รังสีแอลฟาที่มีประจุไฟฟ้า $+2e$ จึงสามารถทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรังสีบีตาที่มีประจุ $-1e$ ส่วนรังสีแกมมาที่เป็นกลางทางไฟฟ้าสามารถทำให้อากาศแตกตัวได้ เพราะมีพลังงานสูง
13. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า เมื่อพิจารณาอย่างละเอียด รังสีบีตามี 2 ชนิด ได้แก่ รังสีบีตาบวก และ รังสีบีตาลบ แต่โดยส่วนใหญ่ ธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีจะแผ่รังสีบีตาลบ ดังนั้น เมื่อกล่าวถึงรังสีบีตาจึงมักหมายถึงรังสีบีตาลบ นอกจากนี้ ถึงแม้รังสีบีตาและรังสีแคโทดจะเป็นลำของอนุภาคอิเล็กตรอนเหมือนกัน แต่รังสีบีตาไม่ใช่รังสีแคโทด เพราะอิเล็กตรอนของรังสีบีตาเป็นอิเล็กตรอนที่มีความเร็วสูงกว่ารังสีแคโทดมาก
14. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า นอกจากรังสีทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวถึง ธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสียังมีการแผ่รังสีชนิดอื่นอีก เช่น รังสีนิวตรอน รังสีโปรตอน แต่เกิดขึ้นในธรรมชาติน้อยมาก ส่วนใหญ่ รังสีนิวตรอนที่ใช้ทางอุตสาหกรรมจะมาจาก เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์หรือการเร่งอนุภาค ส่วนรังสีโปรตอนมาจากการเร่งอนุภาคเช่นกัน

ขั้นประเมินผล

3. ครูสุ่มถามนักเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจว่าจากรูป 20.7 แนวการเบนของรังสีแนวใดเป็นรังสีแอลฟา บีตา และ แกมมา ตามลำดับ (แนวคำตอบ : แนวที่ 1 เป็นแนวของรังสีแอลฟา แนวที่ 2 เป็นแนวของรังสีแกมมา และ แนวที่ 3 เป็นแนวของรังสีบีตา)
4. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2 ข้อ1-2

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายความหมายของ กัมมันตภาพรังสี ธาตุกัมมันตรังสี และ ไอโซโทปกัมมันตรังสีได้	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความ เข้าใจ 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมการสืบค้นและ ตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับ หลักการของการค้นพบกัมมันตภาพรังสี ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความ เข้าใจ 20.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. ระบุชนิดและบอกสมบัติของรังสีที่ แผ่ออกมาจากธาตุและไอโซโทป กัมมันตรังสีได้	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความ เข้าใจ 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมการสืบค้นและ ตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับ หลักการของการค้นพบกัมมันตภาพรังสี ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความ เข้าใจ 20.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการสืบค้น - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความ เข้าใจ 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่าง ครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2

1. บอกความหมายของคำต่อไปนี้

- ก. กัมมันตภาพรังสี
- ข. ไอโซโทปกัมมันตรังสี
- ค. รังสี
- ง. การแผ่รังสี

.....

.....

.....

.....

.....

2. ข้อใดเป็นสมบัติของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา

- ก. มีอำนาจทะลุผ่านน้อยที่สุด
- ข. มีความสามารถในการทำให้แก๊สแตกตัวเป็นไอออนได้ดีที่สุด
- ค. ต้องใช้วัสดุที่มีความหนามากที่สุดในการกั้นรังสีชนิดนั้น
- ง. ไม่เบี่ยงเบนเมื่อผ่านเข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก
- จ. เมื่อเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก แนวการเคลื่อนที่จะเป็นแนวโค้งที่มีรัศมีความโค้งมาก

ที่สุด

- ฉ. อัตราส่วนระหว่างประจุไฟฟ้าต่อมวลมีค่ามากที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2

1. บอกความหมายของคำต่อไปนี้

- ก. กัมมันตภาพรังสี
- ข. ไอโซโทปกัมมันตรังสี
- ค. รังสี
- ง. การแผ่รังสี

ตอบ ก. กัมมันตภาพรังสี หมายถึง ปรากฏการณ์ที่ธาตุแผ่รังสีได้เอง
ข. ไอโซโทปกัมมันตรังสี หมายถึง ไอโซโทปของธาตุที่สามารถแผ่รังสีได้เอง
ค. รังสีในทางฟิสิกส์นิวเคลียร์ หมายถึง อนุภาคความเร็วสูงหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงที่เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิด ส่วนรังสีในอีกความหมายหนึ่งหมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งอาจมีความถี่ต่ำหรือสูง เช่น รังสีอินฟราเรด รังสีอัลตราไวโอเลต
ง. การแผ่รังสี หมายถึง กระบวนการที่มีการปล่อยรังสีออกมาอย่างต่อเนื่อง

2. ข้อใดเป็นสมบัติของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา

- ก. มีอำนาจทะลุผ่านน้อยที่สุด
- ข. มีความสามารถในการทำให้เกิดแก๊สแตกตัวเป็นไอออนได้ดีที่สุด
- ค. ต้องใช้วัสดุที่มีความหนาแน่นมากที่สุดในการกั้นรังสีชนิดนั้น
- ง. ไม่เบี่ยงเบนเมื่อผ่านเข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก
- จ. เมื่อเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก แนวการเคลื่อนที่จะเป็นแนวโค้งที่มีรัศมีความโค้งมากที่สุด

ที่สุด

- ฉ. อัตราส่วนระหว่างประจุไฟฟ้าต่อมวลมีค่ามากที่สุด

ตอบ ข้อ ก. ข. และ จ. เป็นสมบัติของรังสีแอลฟา

ข้อ ฉ. เป็นสมบัติของรังสีบีตา

ข้อ ค. และ ง. เป็นสมบัติของรังสีแกมมา

ทั้งนี้ ในการพิจารณารัศมีความโค้ง แนวการเคลื่อนที่ ที่มีการโค้งน้อยหรือเบนออกจากแนวกึ่งกลางน้อย จะเป็นแนวการเคลื่อนที่ที่มีรัศมีความโค้งมาก ดังนั้น แนวทางการเคลื่อนที่ของแอลฟาที่เบนออกจากแนวกึ่งกลางน้อยกว่ารังสีบีตาจึงเป็นอนุภาคตามสมบัติในข้อ จ.

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15

เรื่อง การสลายและสมการการสลาย

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 6 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

รวม 36 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการฟิสิกส์ไฟฟ้าสถิต ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

13. อธิบายกัมมันตภาพรังสีและความแตกต่างของรังสีแอลฟา บีตา และแกมมา

3. สาระสำคัญ

การสลายให้แอลฟา	${}_Z^AX \rightarrow {}_Z^{A-4}Y + {}_2^4He$
การสลายให้บีตาลบ	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}_e$
การสลายให้บีตาบวก	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{+1}^0e + \nu_e$
การสลายให้แกมมา	${}_Z^AX^* \rightarrow {}_Z^AX + \gamma$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายการสลายและหลักการเลือกใช้สมการการสลายได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. เขียนสมการของการสลายให้แอลฟา บีตา และ แกมมาได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

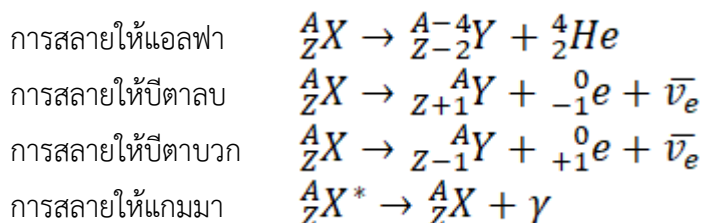
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

การแผ่รังสีของธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีมีสาเหตุมาจากการที่นิวเคลียสไม่เสถียรมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้มีเสถียรภาพมากกว่าเดิม โดยอาจเปลี่ยนไปเป็นนิวเคลียสชนิดใหม่หรือเปลี่ยนไปอยู่ในระดับพลังงานต่ำกว่าเดิม เรียกกระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า การสลายกัมมันตรังสี (radioactive decay)

หรือ การสลาย (decay)

นิวเคลียสที่ไม่เสถียรและมีการสลายเรียกว่า นิวเคลียสกัมมันตรังสี (radioactive nucleus) โดยกระบวนการที่นิวเคลียสกัมมันตรังสีมีการสลายแล้วให้อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา หรือ รังสีแกมมา ออกมาเรียกว่า การสลายให้แอลฟา (alpha decay) การสลายให้บีตา (beta decay) และ การสลายให้แกมมา (gamma decay) ตามลำดับ ซึ่งแต่ละกระบวนการ สามารถอธิบายได้ด้วย สมการการสลาย ที่ผลรวมของเลขอะตอมและผลรวมของเลขมวลก่อนและหลังการสลายมีค่าเท่ากัน ดังนี้



7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

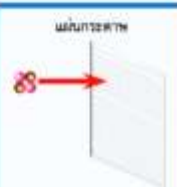
3. ครูให้นักเรียนเล่นเกมจับคู่ เพื่อทบทวนคำศัพท์เกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีมีวัสดุอุปกรณ์ ดังนี้

1. บัตรคำ เรื่อง กัมมันตภาพรังสี 1 ชุด
2. บัตรภาพ เรื่อง กัมมันตภาพรังสี 1 ชุด

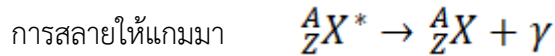
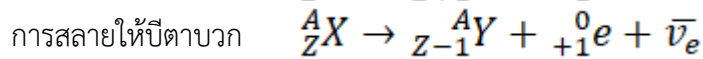
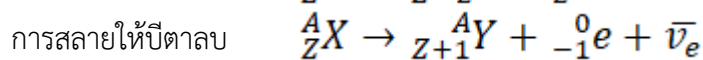
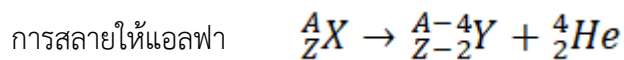
(ดาวน์โหลดบัตรคำและบัตรภาพได้จาก <http://ipst.me/11456>)

วิธีการเล่น

1. คละบัตรคำและบัตรภาพแล้วคว่ำบัตรลง จากนั้นแจกให้นักเรียนคนละ 1 ใบ (ถ้าจำนวนนักเรียนในห้องเป็นจำนวนคี่ ครูร่วมทำกิจกรรมด้วย)
2. ให้นักเรียนทุกคนยืนขึ้น แล้วหยายบัตรคำและบัตรภาพที่ถืออยู่พร้อมกัน
3. ให้นักเรียนหาเพื่อนร่วมชั้นที่มีบัตรคำหรือบัตรภาพที่สอดคล้องกับบัตรที่ตนเองถืออยู่ เมื่อพบแล้วให้จับคู่กันแล้วนั่งลง โดยคู่ที่นั่งลงก่อนจะได้นำเสนอก่อน
4. เมื่อนักเรียนทุกคนจับคู่ได้ครบแล้ว ให้นักเรียนคู่แรกที่นั่งลงยืนขึ้น แล้วแสดงบัตรคำและบัตรภาพของตัวเองให้นักเรียนคู่อื่น ๆ เห็น เพื่อพิจารณาว่า คำและภาพที่ได้สอดคล้องกันหรือไม่
5. ถ้านักเรียนที่ยืนขึ้นจับคู่ภาพกับคำศัพท์ได้ถูกต้อง ให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งอ่านคำศัพท์ดัง ๆ แล้วนักเรียนอีกคนบอกความหมายของคำ โดยใช้ภาพในบัตรภาพประกอบ จากนั้น ให้นั่งลง
6. ถ้านักเรียนที่ยืนขึ้นจับคู่ภาพกับคำศัพท์ได้ไม่ถูกต้อง ให้หาคู่ที่ถูกต้อง แล้วให้นักเรียนคู่นั้นลำดับถัด ๆ ไปนำเสนอ ก่อน จนกระทั่งนักเรียนได้นำเสนอครบทุกคู่

- | | | | |
|---|---|--|---|
| <p>กัมมันตภาพรังสี
(Radioactivity)</p> |  | <p>แรงนิวเคลียร์
(Nuclear force)</p> |  |
| <p>ไอโซโทป
(Isotope)</p> |  | <p>รังสีแอลฟา
(Alpha rays)</p> |  |
| <p>พลังงานยึดเหนี่ยว
(Binding Energy)</p> |  | <p>รังสีแกมมา
(Gamma rays)</p> |  |

การสลาย ดังนี้



2. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 20.4 และ 20.5 โดยครูอธิบายร่วมด้วย

3. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมดังนี้

อนุกรมการสลายของธาตุกัมมันตรังสี

นักวิทยาศาสตร์พบว่าการสลายของธาตุกัมมันตรังสีในธรรมชาติมี 4 อนุกรม คือ

1. อนุกรมทอเรียม (thorium series) ประกอบด้วยนิวเคลียสของธาตุเริ่มต้น คือ ทอเรียม -232 นิวเคลียสของธาตุสุดท้าย คือ ตะกั่ว -208 และ เลขมวลของธาตุ

ต่าง ๆ ในอนุกรมนี้เป็น $4n$

2. อนุกรมเนปทูเนียม (neptunium series) ประกอบด้วยนิวเคลียสของธาตุเริ่มต้น คือ พลูโทเนียม-241 นิวเคลียสของธาตุสุดท้ายคือ บิสมัท-209 และเลขมวลของธาตุต่าง ๆ ในอนุกรมนี้เป็น $4n + 1$

3. อนุกรมยูเรเนียม (uranium series) ประกอบด้วยนิวเคลียสของธาตุเริ่มต้น คือ ยูเรเนียม-238 นิวเคลียสของธาตุสุดท้ายคือ ตะกั่ว-206 และเลขมวลของธาตุต่าง ๆ ในอนุกรมนี้เป็น $4n + 2$

4. อนุกรมแอกทิเนียม (actinium series) ประกอบด้วยนิวเคลียสของธาตุเริ่มต้น คือ แอกทิโนยูเรเนียม (actinouranium) ซึ่งเป็นไอโซโทปของยูเรเนียมที่มีเลขมวล 235 นิวเคลียสของธาตุสุดท้ายคือ ตะกั่ว-207 และเลขมวลของธาตุต่าง ๆ ในอนุกรมนี้เป็น $4n + 3$

ขั้นประเมินผล

5. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2 และแบบฝึกหัด 20.2

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.

2. บัตรคำ เรื่อง กัมมันตภาพรังสี 1 ชุด บัตรภาพ เรื่อง กัมมันตภาพรังสี 1 ชุด

(ดาวน์โหลดบัตรคำและบัตรภาพได้จาก <http://ipst.me/11456>)

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายการสลายและหลักการเลือกใช้สมการการสลายได้	- การทำกิจกรรมจับคู่ - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมจับคู่และตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของการสลายและสมการของการสลาย ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. เขียนสมการของการสลายให้แอลฟา บีตา และ แกมมา ได้	- การทำกิจกรรมจับคู่ - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมจับคู่และตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของการสลายและสมการของการสลาย ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมจับคู่ - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2

3. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งสลายให้บีตา เลขอะตอมและเลขมวลของธาตุใหม่เปลี่ยนไปจากธาตุเดิมเท่าใด

.....

.....

.....

.....

4. เมื่อนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งสลายให้แกมมาแล้ว นิวเคลียสนั้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นธรรมชาติการสลายของธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสี

- ก. หลังการสลายของนิวเคลียสแม่ นิวเคลียสลูกที่ได้อาจเป็นนิวเคลียสที่เสถียรหรือสลายต่อไปได้อีก
- ข. ธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีมีการสลายให้รังสีไม่มีวันหมด
- ค. เฉพาะการสลายให้แอลฟาหรือบีตาเท่านั้นที่นิวเคลียสของธาตุใหม่
- ง. จำนวนนิวเคลียสที่สลายในหนึ่งหน่วยเวลาขึ้นอยู่กับจำนวนนิวเคลียสที่มีอยู่ทั้งหมดขณะนั้น
- จ. การเพิ่มอุณหภูมิสามารถเพิ่มอัตราการสลายได้

.....

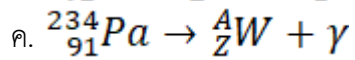
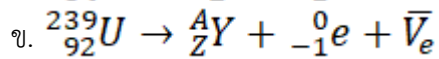
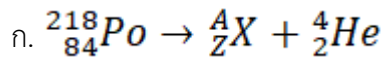
.....

.....

.....

แบบฝึกหัด 20.2

1. จงเขียนเลขอะตอมและเลขมวลในสมการการสลายต่อไปนี้



.....

.....

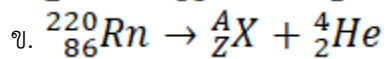
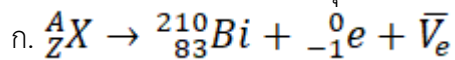
.....

.....

.....

.....

2. จากสมการการสลายต่อไปนี้ ให้ระบุว่า X เป็นธาตุใด และมี A กับ Z เท่าใด



.....

.....

.....

.....

.....

3. นิวเคลียสของทอเรียม-232 (${}_{90}^{232}\text{Th}$) สลายให้แอลฟาแล้วเป็นนิวเคลียสของไอโซโทป X ซึ่งมีการสลายต่อให้บีตาแล้วเป็นนิวเคลียสของไอโซโทป Y จงเขียนสมการการสลายที่ระบุเลขอะตอมและเลขมวล

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2

3. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งสลายให้บีตา เลขอะตอมและเลขมวลของธาตุใหม่เปลี่ยนไปจากธาตุเดิมเท่าใด

ตอบ ธาตุกัมมันตรังสีที่สลายให้บีตาจะมีเลขอะตอมเพิ่มขึ้น 1 แต่เลขมวลเท่าเดิม

4. เมื่อนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งสลายให้แกมมาแล้ว นิวเคลียสนั้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ เมื่อนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายให้แกมมา นิวเคลียสนั้นจะมีระดับพลังงานลดลง โดยเลขมวลและเลขอะตอมคงเดิม

5. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นธรรมชาติการสลายของธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสี

ก. หลังการสลายของนิวเคลียสแม่ นิวเคลียสลูกที่ได้อาจเป็นนิวเคลียสที่เสถียรหรือสลายต่อไปได้อีก

ข. ธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีมีการสลายให้รังสีไม่มีวันหมด

ค. เฉพาะการสลายให้แอลฟาหรือบีตาเท่านั้นที่ได้นิวเคลียสของธาตุใหม่

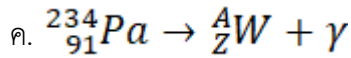
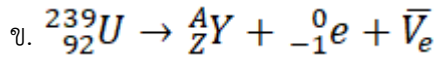
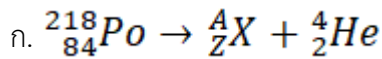
ง. จำนวนนิวเคลียสที่สลายในหนึ่งหน่วยเวลาขึ้นอยู่กับจำนวนนิวเคลียสที่มีอยู่ทั้งหมดขณะนั้น

จ. การเพิ่มอุณหภูมิสามารถเพิ่มอัตราการสลายได้

ตอบ ข้อ ก. ค. และ ง. เป็นธรรมชาติของการสลายของธาตุกัมมันตรังสี

เฉลยแบบฝึกหัด 20.2

1. จงเขียนเลขอะตอมและเลขมวลในสมการการสลายต่อไปนี้



วิธีทำ ก. ในสมการการสลาย ผลรวมของเลขอะตอมและผลรวมของเลขมวลก่อนและหลังการสลายมีค่าเท่ากัน ดังนั้น หาเลขอะตอมและเลขมวลของแต่ละข้อได้ดังนี้

พิจารณาเลขอะตอม

จะได้ว่า $84 = Z - 2$

ดังนั้น $Z = 84 - 2 = 82$

พิจารณาเลขมวล

จะได้ว่า $218 = A + 4$

ดังนั้น $A = 218 - 4 = 214$

เขียนเลขอะตอมและเลขมวลในสมการการสลายได้ดังนี้ ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{214}\text{X} + {}_2^4\text{He}$

ข. พิจารณาเลขอะตอม

จะได้ว่า $92 = Z - 1$

ดังนั้น $Z = 92 + 1 = 93$

พิจารณาเลขมวล

จะได้ว่า $239 = A + 0$

ดังนั้น $A = 239$

เขียนเลขอะตอมและเลขมวลในสมการการสลายได้ดังนี้ ${}_{92}^{239}\text{U} \rightarrow {}_{93}^{239}\text{Y} + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}_e$

ค. พิจารณาเลขอะตอม

จะได้ว่า $91 = Z + 0$

ดังนั้น $Z = 91$

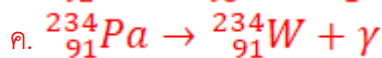
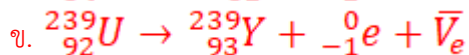
พิจารณาเลขมวล

จะได้ว่า $234 = A + 0$

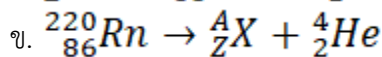
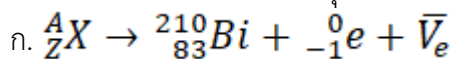
ดังนั้น $A = 234$

เขียนเลขอะตอมและเลขมวลในสมการการสลายได้ดังนี้ ${}_{91}^{234}\text{Pa} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{W} + \gamma$

ตอบ ก. ${}_{84}^{218}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{214}\text{X} + {}_2^4\text{He}$



2. จากสมการการสลายต่อไปนี้ ให้ระบุว่า X เป็นธาตุใด และมี A กับ Z เท่าใด



วิธีทำ ก. ในสมการการสลาย ผลรวมของเลขอะตอมและผลรวมของเลขมวลก่อนและหลังการสลายมีค่าเท่ากัน ดังนั้น หา A และ Z ของแต่ละข้อได้ดังนี้

$$A = 210 + 0 = 210$$

$$Z = 83 - 1 = 82$$

X มีเลขอะตอมเท่ากับ 82 จากตารางธาตุ แสดงว่า X คือ ตะกั่ว (Pb)

ข. หา A และ Z ของแต่ละข้อได้ดังนี้

พิจารณาเลขมวล

$$\text{จะได้ว่า} \quad 220 = A + 4$$

$$\text{ดังนั้น} \quad A = 220 - 4 = 216$$

พิจารณาเลขอะตอม

$$\text{จะได้ว่า} \quad 86 = Z + 2$$

$$\text{ดังนั้น} \quad Z = 86 - 2 = 84$$

X มีเลขอะตอมเท่ากับ 84 จากตารางธาตุ แสดงว่า X คือ พอลอเนียม (Po)

ตอบ ก. X คือ ตะกั่ว โดย A เท่ากับ 210 และ Z เท่ากับ 82

ข. X คือ พอลอเนียม โดย A เท่ากับ 216 และ Z เท่ากับ 84

3. นิวเคลียสของทอเรียม-232 ($^{230}_{90}Th$) สลายให้แอลฟาแล้วเป็นนิวเคลียสของไอโซโทป X ซึ่งมีการสลายต่อให้บีตาแล้วเป็นนิวเคลียสของไอโซโทป Y จงเขียนสมการการสลายที่ระบุเลขอะตอมและเลขมวล

วิธีทำ หา A และ Z ของ X ได้ดังนี้

$$A = 232 - 4 = 228$$

$$Z = 90 - 2 = 88$$

หา A และ Z ของ Y ได้ดังนี้

$$A = 228 - 0 = 228$$

$$Z = 88 + 1 = 89$$

ตอบ ดังนั้น สมการการสลายคือ $^{230}_{90}Th \rightarrow ^{228}_{88}X + ^4_2He$ และ $^{228}_{88}X \rightarrow ^{228}_{89}Y + ^0_{-1}e$

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16

เรื่อง กัมมันตภาพ

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

รวม 36 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการฟิชชันนิวเคลียร์ ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

14. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต

3. สาระสำคัญ

ในการสลายของธาตุกัมมันตรังสี อัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพ ปริมาณนี้บอกถึงอัตราการลดลงของจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี คำนวณได้จากสมการ $A = \lambda N$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายของกัมมันตภาพได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. คำนวณกัมมันตภาพในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

อัตราการสลาย หรือ อัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่งของธาตุกัมมันตรังสี เรียกว่า กัมมันตภาพ (activity) ซึ่งมีค่าแปรผันตรงกับจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในขณะนั้น ตามสมการ $A = \lambda N$ โดย λ คือค่าคงตัวการสลาย (decay constant)

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

4. ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง Radiation Now ตอน ทำพิสูจนรังสี มีอยู่จริง โดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (สทน.) <https://youtu.be/0lxDZXJasV4>
5. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับ กัมมันตภาพรังสี รังสี และ การสลาย และครูถามนักเรียนว่า ธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีมีการแผ่รังสีออกมาเล็กน้อยแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และถ้าจะทำการวัดปริมาณรังสีที่แผ่ออกมา จะมีวิธีการอย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ
6. ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า ธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีมีการแผ่รังสีออกมาแตกต่างกันโดยอัตราการแผ่รังสีในขณะหนึ่ง เรียกว่า กัมมันตภาพ (activity) ซึ่งการวัดกัมมันตภาพ ทำได้ด้วยการอาศัยเครื่องมือหลายชนิด โดยหนึ่งในเครื่องมือที่นิยมใช้คือ เครื่องนับรังสีแบบไกเกอร์มิลเลอร์
7. ครูสาธิตการใช้เครื่องนับรังสีแบบไกเกอร์มิลเลอร์วัดรังสีจากวัตถุที่มีอัตราการแผ่รังสีน้อย เช่น ตะกั่วบัดกรี ก้อนหินบางชนิด หรือ จานกระเบื้องบางใบ โดยในการสาธิต ครูเน้นให้นักเรียนสังเกตเสียงที่ได้ยินจากเครื่องนับรังสี แล้วอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะของเสียงที่ได้ยิน ซึ่งควรสรุปได้ว่า เสียงที่ได้ยินเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ แสดงว่า การสลายของนิวเคลียสของธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นแบบสุ่ม

ขั้นสำรวจและค้นหา

8. ครูให้นักเรียนศึกษาหลักการทำงานของเครื่องนับรังสีแบบไกเกอร์มิลเลอร์ จากนั้นครูถามนักเรียนว่า ถ้าจะศึกษาเชิงปริมาณเกี่ยวกับรังสีจะมีวิธีการอย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และการสลายของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีเป็นแบบสุ่ม จะเทียบกับการโยนเหรียญหรือทอดลูกบาศก์ได้อย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ
9. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน 9 กลุ่ม ให้นักเรียนทำกิจกรรม 20.1 สถานการณ์จำลองการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีเพื่ออธิบายค่าคงตัวการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี เปรียบเทียบกับการทอดลูกบาศก์ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

8. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม 20.1 ซึ่งผลที่ได้ควรเป็น

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

จำนวนลูกบาศก์ที่ทอด	จำนวนลูกบาศก์ที่หงายหน้าแต้มสีของการทอดครั้งที่					ค่าเฉลี่ย	ความน่าจะเป็น
	1	2	3	4	5		
30	5	7	4	4	3	4.60	0.15
40	10	6	6	3	11	7.20	0.18
50	8	9	10	5	13	9.00	0.18

9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม โดยครูถามว่า
 - 2.1 ความน่าจะเป็น ที่ลูกบาศก์จะหงายหน้าแต้มสีจากการทอดลูกบาศก์จำนวน 30 40 และ 50 ลูก แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ : ความน่าจะเป็นที่ลูกบาศก์จะหงายหน้าแต้มสีจากการทอดลูกบาศก์จำนวน 30 40 และ 50 ลูก ใกล้เคียงกัน)
 - 2.2 ถ้าเปรียบเทียบกับค่าความน่าจะเป็นที่ลูกบาศก์จะหงายหน้าแต้มสีทางคณิตศาสตร์ ค่าที่ได้จากการทำกิจกรรมเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ : ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับค่าความน่าจะเป็นทางคณิตศาสตร์ คือ $1/6$ หรือ 0.166)
 - 2.3 ถ้าเพิ่มจำนวนครั้งที่ทอดเป็น 100 ครั้ง หรือ เพิ่มจำนวนลูกบาศก์เป็น 1000 ลูก ความน่าจะเป็นที่ได้จากการทำกิจกรรมจะแตกต่างไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ : ความน่าจะเป็นแตกต่างจากเดิมโดยมีแนวโน้มที่จะได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าความน่าจะเป็นทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น)
10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม จนสรุปได้ว่า
 - 3.1 ถ้าลูกบาศก์มี 6 หน้า และมีหน้าที่แต้มสีหนึ่งหน้า โอกาสที่ลูกบาศก์แต่ละลูกจะหงายหน้าแต้มสีจะใกล้เคียงกับค่าความน่าจะเป็นทางคณิตศาสตร์ คือ 1 ใน 6
 - 3.2 จำนวนลูกบาศก์ที่หงายหน้าแต้มสีของการทอดแต่ละครั้ง ขึ้นอยู่กับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดที่ทอดในครั้งนั้น ๆ หลักการดังกล่าวนี้เป็นเช่นเดียวกับการสลายของนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี กล่าวคือทุก ๆ นิวเคลียสมีโอกาสในการสลายเท่ากัน และจำนวนนิวเคลียสที่สลายในขณะหนึ่งๆ จะขึ้นอยู่กับจำนวนนิวเคลียสทั้งหมดที่มีอยู่ในขณะนั้น
 - 3.3 ความน่าจะเป็น หรือโอกาสที่ลูกบาศก์จะหงายหน้าแต้มสีในการทอดแต่ละครั้ง เปรียบได้กับความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่นิวเคลียสจะเกิดการสลายในหนึ่งหน่วยเวลา
11. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับค่าคงตัวการสลาย จนสรุปได้ว่า ค่าคงตัวการสลายเป็นค่าเฉพาะของนิวเคลียสแต่ละชนิด นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีใดมีค่าคงตัวการสลายมาก แสดงว่า นิวเคลียสนั้นมีโอกาสมากที่จะสลายในหนึ่งหน่วยเวลา
12. ครูถามนักเรียนว่า ถ้ามีลูกเหลี่ยม 20 หน้า โดยแต่ละหน้ามีโอกาสหงายได้เท่า ๆ กัน และมีหน้าที่แต้มสีไว้ 1 หน้าหลังทอดลูกเหลี่ยมนี้ออกไป จงหาโอกาสที่ลูกเหลี่ยมนี้จะหงายหน้าที่แต้มสีไว้ (แนวคำตอบ : โอกาสที่ลูกเหลี่ยมนี้จะหงายหน้าแต้มสี 1 หน้า คือ $1/20$)

ชั้นขยายความรู้

15. ครูให้นักเรียนศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างกัมมันตภาพกับค่าคงตัวการสลาย จากนั้น อภิปรายร่วมกันจนสรุปได้ว่า อัตราการสลาย หรือ อัตราการแผ่รังสีออกมาในขณะหนึ่งของธาตุกัมมันตรังสี เรียกว่า กัมมันตภาพ(activity) ซึ่งมีค่าแปรผันตรงกับจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในขณะนั้นตามสมการ $A = \lambda N$ โดย λ คือค่าคงตัวการสลาย (decay constant)
16. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 20.6 และ 20.7 โดยครูอธิบายร่วมไปด้วย
17. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า การพิจารณาว่า รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีจำนวนหนึ่งมีปริมาณของมากน้อยเพียงใด อาจพิจารณาได้ 2 วิธี วิธีแรกคือ พิจารณาจากอัตราการสลายหรือที่เรียกว่า กัมมันตภาพ (activity) ของธาตุกัมมันตรังสีจำนวนนั้น ธาตุจำนวนหนึ่งที่มีกัม

มันตภาพสูง ย่อมให้ปริมาณรังสีมากกว่าธาตุอีกจำนวนหนึ่งที่มีกัมมันตภาพต่ำในช่วงเวลาเท่ากัน อีกวิธีหนึ่งพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งมีชีวิตเมื่อได้รับรังสี เช่น เมื่อให้รังสีนั้นผ่านเข้าไปในอากาศจะทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนเล็กน้อยเพียงใด วิธีนี้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีที่ธาตุกัมมันตรังสีนั้นแผ่ออกมาโดยตรง จึงเรียกว่า ปริมาณการได้รับรังสี (radiation dose) หน่วยการวัดปริมาณรังสีจึงจำแนกออกเป็น 2 หน่วยคือ

ก. หน่วยของกัมมันตภาพ (activity units) ได้แก่

คูรี (Ci) เป็นหน่วยแรกที่ใช้วัดกัมมันตภาพ กำหนดว่า 1 คูรี คือ กัมมันตภาพของเรเดียม -226 มวล 1 กรัม ซึ่งมีการสลาย 3.7×10^{10} นิวเคลียสต่อวินาที

เบ็กเคอเรล (Bq) เป็นหน่วยมาตรฐานในระบบ เอสไอ กำหนดว่า 1 เบ็กเคอเรล เท่ากับอัตราการสลายของนิวเคลียส 1 นิวเคลียสต่อวินาที หรือ 1 disintegration per second (dps)

ข. หน่วยของปริมาณการได้รับรังสี (radiation dose units) อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ปริมาณรังสีที่ทำให้อากาศแตกตัว (exposure dose) เป็นหน่วยที่กำหนดขึ้นโดยการวัดปริมาณการแตกตัวเป็นไอออนของอากาศเมื่อได้รับรังสี ซึ่งในอดีต หน่วยที่ใช้คือ เรินต์เกน (R) โดยกำหนดว่า 1 เรินต์เกน คือปริมาณรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาที่สามารถทำให้อากาศแห้งปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ S.T.P แตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุไฟฟ้า 3.33×10^{-10} คูลอมป์ ในปัจจุบันในระบบเอสไอ หน่วยที่ใช้ระบุปริมาณรังสีที่ทำให้อากาศแตกตัว คือ คูลอมป์ต่อกิโลกรัม (C/kg)

2. ปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืน (absorbed dose) เป็นหน่วยที่กำหนดขึ้น โดยการวัดปริมาณพลังงานของรังสีที่ธาตุหรือวัตถุดูดกลืนไว้ ซึ่งในอดีต หน่วยที่ใช้คือ แรต (radiation absorbed dose, rad) โดยกำหนดว่า 1 แรต คือ ปริมาณรังสีที่ทำให้วัตถุได้รับพลังงาน 0.01 จูลต่อมวล 1 กิโลกรัมของวัตถุนั้น ในปัจจุบัน ในระบบเอสไอ หน่วยที่ใช้ระบุปริมาณรังสีที่ถูกดูดกลืน คือ เกรย์ (Gy)

3. ปริมาณรังสีสมมูล (equivalent dose) หรือ RBE (relative biological effective ness) dose เป็นหน่วยที่กำหนดขึ้น โดยการวัดปริมาณรังสีที่มนุษย์ได้รับโดยเปรียบเทียบผลทางชีววิทยา ซึ่งในอดีต หน่วยที่ใช้คือ เรม (roentgen equivalent man, rem) โดยกำหนดว่า 1 เรม คือ ปริมาณรังสีใด ๆ ที่สามารถก่อให้เกิดผลทางชีววิทยาต่อร่างกายเทียบเท่ากับเมื่อได้รับรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมา 1 เรินต์เกน ในปัจจุบัน ในระบบเอสไอ หน่วยที่ใช้ระบุปริมาณรังสีสมมูลคือ ซีเวิร์ต (Sv)

ชั้นประเมินผล

6. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2 และแบบฝึกหัด 20.2

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. คลิปวิดีโอ เรื่อง Radiation Now ตอน ทำพิสูจน์รังสี มีอยู่จริง โดย สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (สทน.) <https://youtu.be/0lxDZXJasV4>
3. อุปกรณ์สาธิตการใช้เครื่องนับรังสีแบบไกเกอร์มีลเลอร์วัดรังสีจากวัตถุที่มีอัตราการแผ่รังสีน้อย
4. อุปกรณ์กิจกรรม 20.1 สถานการณ์จำลองการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายความหมายของกัมมันตภาพได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้ - สอดคล้องกับหลักการของกัมมันตภาพ ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. คำนวณกัมมันตภาพในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้ - สอดคล้องกับหลักการของกัมมันตภาพ ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา - ร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2

6. กัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีคืออะไร และในทางปฏิบัติสามารถวัดได้อย่างไร

.....

.....

.....

7. ถ้าเปรียบเทียบให้ลูกบาศก์ 6 หน้าเป็นนิวเคลียสกัมมันตรังสี และการทอยหน้าแต้มสี่เปรียบได้กับการสลาย ค่าคงตัวการสลายเปรียบได้กับปริมาณใดในการทอดลูกบาศก์

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด 20.2

4. ตะกั่ว -214 ($^{214}_{82}\text{Pb}$) จำนวน 8.44×10^{10} อะตอม มีกัมมันตภาพ 1 มิลลิวูรี จงหาค่าคงตัวการสลาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2

6. กัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสีคืออะไร และในทางปฏิบัติสามารถวัดได้อย่างไร

ตอบ กัมมันตภาพของธาตุกัมมันตรังสี คือ อัตราการแผ่รังสีของธาตุกัมมันตรังสีในขณะหนึ่ง ซึ่งสามารถวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือหลายชนิด เช่น เครื่องนับรังสีแบบไกเกอร์

7. ถ้าเปรียบเทียบให้ลูกบาศก์ 6 หน้าเป็นนิวเคลียสกัมมันตรังสี และการหยายหน้าแต้มสีเปรียบได้กับการสลาย ค่าคงตัวการสลายเปรียบได้กับปริมาณใดในการทอดลูกบาศก์

ตอบ ค่าคงตัวการสลายเปรียบได้กับความน่าจะเป็นที่ลูกบาศก์จะหยายหน้าแต้มสีจากการทอดแต่ละครั้ง

แบบฝึกหัด 20.2

4. ตะกั่ว -214 ($^{214}_{82}\text{Pb}$) จำนวน 8.44×10^{10} อะตอม มีกัมมันตภาพ 1 มิลลิวูรี จงหาค่าคงตัวการสลาย

วิธีทำ จำนวนอะตอมของตะกั่ว -214 (N) เท่ากับ 8.44×10^{10} อะตอม
กัมมันตภาพ (A) 1 คูรี เท่ากับ 3.7×10^{10} เบ็กเคอเรล หรือ ต่อวินาที
ดังนั้น กัมมันตภาพ 1 มิลลิวูรี เท่ากับ 3.7×10^{10} เบ็กเคอเรล
แทนค่า N และ A ลงในสมการ $A = \lambda N$ จะได้

$$3.7 \times 10^{10} \text{ Bq} = \lambda (8.44 \times 10^{10})$$
$$\lambda = \frac{3.7 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}}{8.44 \times 10^{10}} = 4.38 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

ตอบ ค่าคงตัวการสลายของตะกั่ว-214 เท่ากับ 4.38×10^{-4} ต่อวินาที

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17

เรื่อง ครึ่งชีวิต

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

รวม 36 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระพิสิทส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

14. อธิบาย และคำนวณกัมมันตภาพของนิวเคลียสกัมมันตรังสี รวมทั้งทดลอง อธิบายและคำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลาย และครึ่งชีวิต

3. สารสำคัญ

ช่วงเวลาที่จำนวนนิวเคลียสลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยจำนวนนิวเคลียสกัมมันตภาพรังสีที่เหลือจากการสลายและครึ่งชีวิตคำนวณได้จากสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ และ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ตามลำดับ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีและครึ่งชีวิตได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ทดลองเพื่ออธิบายการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีและครึ่งชีวิตได้
2. คำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีที่เหลือจากการสลายและครึ่งชีวิตได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สารการเรียนรู้

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีที่เหลือหลังการสลายกับเวลา เป็นไปตามสมการ $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ซึ่งช่วงเวลาที่นิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายจนเหลือจำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น เรียกว่า ครึ่งชีวิต (half-life) ของธาตุกัมมันตรังสี เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $T_{\frac{1}{2}}$ โดยครึ่งชีวิตของ

ธาตุหรือไอโซโทปกัมมันตรังสีขึ้นอยู่กับค่าคงตัวการสลาย ตามสมการ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

8. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการสลายและกัมมันตภาพจากชั่วโมงที่ผ่านมา
9. ครูถามนักเรียนว่าการพิจารณาว่า ธาตุกัมมันตรังสีใดมีการสลายช้าหรือเร็ว จะพิจารณาจากปริมาณใดบ้าง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ
10. ครูให้นักเรียนศึกษาความหมายของ ครึ่งชีวิต ในหนังสือเรียน จากนั้น ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่าครึ่งชีวิต คือ ช่วงเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีสลายจนกระทั่งลดลงเหลืออยู่ครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น

ขั้นสำรวจและค้นหา

10. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน 9 กลุ่มให้นักเรียนทำกิจกรรม 20.2 สถานการณ์จำลองครึ่งชีวิต เพื่ออธิบายครึ่งชีวิตของนิวเคลียสกัมมันตรังสีเปรียบเทียบกับ การทอดลูกบาศก์ เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกบาศก์ที่เหลือกับจำนวนครั้งที่ทอดลูกบาศก์ และหาคึ่งชีวิตจากกราฟของลูกบาศก์ที่แต้มสีหนึ่งหน้าและแต้มสีสองหน้า ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน
11. ก่อนทำกิจกรรม 20.2 ครูแนะนำนักเรียนว่า ตอนที่ 2 ควรใช้สีเมจิกหรือชอล์กสีที่ล้างออกได้ง่ายแต้มที่หน้าลูกบาศก์หน้าตรงข้ามกับหน้าที่แต้มสีหน้าแรก เหมือนกันทุกลูก และการเขียนกราฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกบาศก์ที่เหลือกับจำนวนครั้งที่ทอดทั้ง 2 ตอน ให้เขียนบนกราฟเดียวกัน นั่นคือ ให้กราฟทั้ง 2 ใช้แกนตั้งและแกนนอนเดียวกัน เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

13. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม 20.2 ซึ่งนักเรียนควรได้ผลการทำกิจกรรมดังนี้

ตัวอย่างผลการทำกิจกรรม

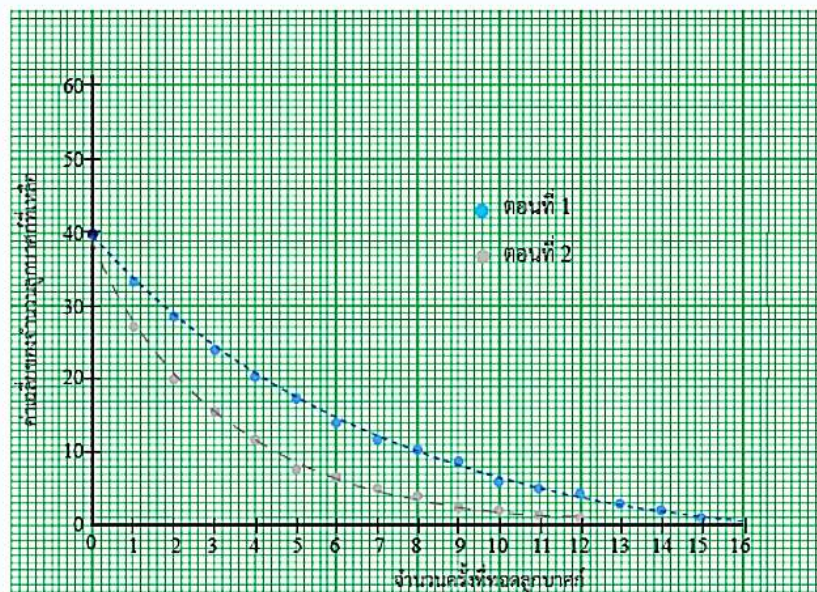
ตอนที่ 1 ลูกบาศก์แต้มสี 1 หน้า

จำนวนครั้งที่ทอด	จำนวนลูกบาศก์ที่เหลือของการทอดครั้งที่			
	1	2	3	เฉลี่ย
0	40	40	40	40.00
1	34	32	34	33.33
2	29	28	29	28.67
3	25	24	23	24.00
4	21	21	19	20.33
5	18	19	15	17.33
6	15	16	11	14.00
7	12	13	10	11.67
8	11	11	9	10.33
9	10	8	8	8.67
10	7	5	6	6.00
11	5	4	6	5.00
12	4	4	5	4.33
13	2	3	4	3.00
14	2	1	3	2.00
15	1	1	1	1.00

ตอนที่ 2 ลูกบาศก์แต้มสี 2 หน้า

จำนวนครั้งที่ทอด	จำนวนลูกบาศก์ที่เหลือของการทอดครั้งที่			
	1	2	3	เฉลี่ย
0	40	40	40	40.00
1	29	28	25	27.33
2	22	20	18	20.00
3	17	16	14	15.67
4	14	10	11	11.67
5	10	7	6	7.67
6	8	6	6	6.67
7	6	4	5	5.00
8	5	3	4	4.00
9	3	2	2	2.33
10	2	2	2	2.00
11	1	2	1	1.33
12	1	1	1	1.00

ตัวอย่างกราฟที่ได้จากผลการทำกิจกรรม



14. ครูสุ่มนักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

2.1 ครึ่งชีวิตของนิวเคลียสกัมมันตรังสีเปรียบได้กับปริมาณใดในการทอดลูกบาศก์
(แนวคำตอบ : จำนวนครั้งที่ทอดลูกบาศก์แล้วทำให้มีลูกบาศก์เหลืออยู่ครึ่งหนึ่งของ
จำนวนเริ่มต้น)

2.2 กราฟที่ได้จากกิจกรรมทั้ง 2 ตอน มีลักษณะเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
(แนวคำตอบ : กราฟที่ได้จากกิจกรรมทั้ง 2 ตอน มีลักษณะเหมือนกันคือ เป็นเส้นโค้ง
และตัดแกน y แต่มีลักษณะแตกต่างกันคือ กราฟในตอนที่ 2 จำนวนครั้งที่ทอดแล้วทำให้
มีจำนวนลูกบาศก์ลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง น้อยกว่าตอนที่ 1)

2.3 จำนวนครั้งที่ทอดลูกบาศก์แล้วทำให้ลูกบาศก์ลดลงจาก 40 ลูก เหลือ 20 ลูก
จาก 20 ลูก เหลือ 10 ลูก และ จาก 10 ลูก เหลือ 5 ลูก ในกิจกรรมตอนที่ 1 และตอนที่ 2
มีค่าประมาณเท่าใดบ้างและมีค่าเป็นสัดส่วนกันอย่างไร (แนวคำตอบ : จากกราฟ ใน
การทดลองทำให้ลูกบาศก์ลดลงจาก 40 ลูก เหลือ 20 ลูก จาก 20 ลูก เหลือ 10 ลูก และ
จาก 10 ลูก เหลือ 5 ลูก มีจำนวนครั้งโดยประมาณในตอนที่ 1 และ 2 คือ 4 และ 2 ครั้ง
ตามลำดับ สรุป ในตอนที่ 2 ใช้จำนวนครั้งเป็นครึ่งหนึ่งของตอนที่ 1 โดยประมาณ)

15. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม โดยใช้คำถามท้ายกิจกรรม 20.2
จนสรุปได้ว่า จำนวนครั้งที่ทอดลูกบาศก์แล้วทำให้มีลูกบาศก์เหลืออยู่ครึ่งหนึ่งของ
จำนวนเริ่มทอดเปรียบได้กับช่วงเวลาที่นิวเคลียสสลายจนกระทั่ง เหลือนิวเคลียสอยู่
ครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น หรือ ครึ่งชีวิตของนิวเคลียสกัมมันตรังสี และการที่กราฟของ
ตอนที่ 1 มีความโค้งน้อยกว่ากราฟตอนที่ 2 เปรียบได้กับ นิวเคลียสกัมมันตรังสีในตอน
ที่ 1 มีครึ่งชีวิตมากกว่า ในตอนที่ 2 ซึ่งในกิจกรรมพบว่า ครึ่งชีวิตของนิวเคลียสกัมมันตรังสี
ในตอนที่ 1 มีค่ามากกว่าครึ่งชีวิตในตอนที่ 2 ประมาณ 2 เท่า

ชั้นขยายความรู้

18. ครูชี้แจงข้อแตกต่างระหว่างการเปรียบเทียบการสลายของนิวเคลียส กับ กิจกรรมการ
ทอดลูกบาศก์ โดยเฉพาะ การเข้าใจคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นว่า นิวเคลียสแม่ที่สลายจะ
ได้หายไปซึ่งแนวคิดที่ถูกต้องคือ นิวเคลียสแม่ที่สลาย จะเปลี่ยนไปเป็นนิวเคลียสลูก ที่มี
องค์ประกอบหรือระดับพลังงานแตกต่างไปจากเดิม

19. ครูให้นักเรียนศึกษา กราฟของฟังก์ชันเอกโพเนนเชียลเปรียบเทียบกับกราฟการสลาย
ของนิวเคลียสในรูป 20.18 ในหนังสือเรียน แล้วครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการหาจำนวน
นิวเคลียสที่เหลือจากการสลาย กัมมันตภาพ และ มวลของธาตุหรือไอโซโทปกัมมันตรังสี
เมื่อเวลาผ่านไป t ใด ๆ จนได้สมการ (20.9a) (20.9b) และ (20.9c) ในหนังสือเรียน

20. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ในบางกรณีที่เวลาที่ผ่านไปเป็นจำนวนเท่าของครึ่งชีวิตของธาตุ
หรือไอโซโทปกัมมันตรังสี เราสามารถหาปริมาณต่าง ๆ ได้อีกวิธีหนึ่ง จากนั้นให้นักเรียน
ศึกษากราฟระหว่างจำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่กับเวลาในรูป 20.20 และการหาจำนวน
นิวเคลียสที่เหลืออยู่เมื่อเวลาผ่านไป แล้วนำอภิปรายจนสรุปได้สมการ $N = \frac{N_0}{2^n}$

$$A = \frac{A_0}{2^n} \text{ และ } m = \frac{m_0}{2^n}$$

21. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาว่า จำนวนนิวเคลียสที่เวลาครึ่งชีวิต เมื่อแทนค่าลงใน
สมการ (20.9a) จะได้ผลเป็นอย่างไร จากนั้น ครูนำนักเรียนอภิปราย จนได้ สมการ

(20.10a) และ (20.10b) และข้อสรุปที่ว่า ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีมีค่าเป็นสัดส่วนผกผันกับค่าคงตัวการสลาย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทำกิจกรรม 20.2

22. ครูให้นักเรียนศึกษาครึ่งชีวิตของธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีบางชนิดในตาราง 20.3 โดยตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาความแตกต่างระหว่างครึ่งชีวิตของธาตุและไอโซโทปแต่ละชนิด

23. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 20.8 และ 20.9 โดยมีครูอธิบายร่วมด้วย

ขั้นประเมินผล

7. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2 แบบฝึกหัด 20.2

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
- อุปกรณ์การทำกิจกรรม 20.2 สถานการณ์จำลองครึ่งชีวิต

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีและครึ่งชีวิตได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้ - สอดคล้องกับหลักการของค่าครึ่งชีวิต ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. ทดลองเพื่ออธิบายการสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีและครึ่งชีวิตได้ 2. คำนวณจำนวนนิวเคลียสกัมมันตรังสีที่เหลือจากการสลายและครึ่งชีวิตได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้ - สอดคล้องกับหลักการของค่าครึ่งชีวิต ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.2 ในหนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา - ร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2

8. เริ่มต้น มีนิวเคลียสกำมันตรังสี X และ Y อย่างละ 1 ล้านนิวเคลียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง นิวเคลียส X เหลืออยู่จำนวน 550000 นิวเคลียส ส่วนนิวเคลียส Y เหลืออยู่ 500000 นิวเคลียส นิวเคลียสใดมีค่าคงตัวการสลายมากกว่ากัน อธิบาย

.....

.....

.....

9. ไอโซโทปกัมมันตรังสี W มีครึ่งชีวิตน้อยกว่า ครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี Z แสดงว่าไอโซโทปชนิดใดสลายได้เร็วกว่ากัน อธิบาย

.....

.....

.....

แบบฝึกหัด 20.2

5. ฟอสฟอรัส -32 ($^{32}_{15}\text{P}$) มีครึ่งชีวิต 14 วัน จะใช้เวลานานเท่าใด จึงจะเหลือฟอสฟอรัส-32 ร้อยละ 25 ของจำนวนเดิม

.....

.....

.....

.....

6. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีครึ่งชีวิต 10 นาที มีจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้นเท่ากับ 8×10^{20} นิวเคลียสจงหาว่า
ก. เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที มีนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายไปกี่นิวเคลียส
ข. เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มีนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีเหลือเท่าใด

.....

.....

.....

.....

7. ไอโอดีน -131 ($^{131}_{53}\text{I}$) มีจำนวนนิวเคลียส 3.69×10^{10} นิวเคลียส และมีกัมมันตภาพ 1 ไมโครคูรี จงหาครึ่งชีวิตของไอโอดีน -131

.....

.....

.....

.....

8. พอลonium-210 ($^{210}_{84}\text{Po}$) มีครึ่งชีวิต 140 วัน เริ่มต้นมีจำนวน 20.0 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 120 วัน จะเหลือพอลonium -210 อยู่กี่กรัม กำหนด $e^{-0.594}$ เท่ากับ 0.552

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.2

8. เริ่มต้น มีนิวเคลียสกัมมันตรังสี X และ Y อย่างละ 1 ล้านนิวเคลียส เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง นิวเคลียส X เหลืออยู่จำนวน 550000 นิวเคลียส ส่วนนิวเคลียส Y เหลืออยู่ 500000 นิวเคลียส นิวเคลียสใดมีค่าคงตัวการสลายมากกว่ากัน อธิบาย

ตอบ เมื่อเวลาผ่านไปเท่ากัน นิวเคลียส Y มีการสลายไปมากกว่านิวเคลียส X ดังนั้นความน่าจะเป็นที่นิวเคลียส Y จะสลายในหนึ่งหน่วยเวลา จึงมากกว่าของนิวเคลียส X ค่าคงตัวการสลายของนิวเคลียส Y จึงมากกว่าของนิวเคลียส X

9. ไอโซโทปกัมมันตรังสี W มีครึ่งชีวิตน้อยกว่า ครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี Z แสดงว่าไอโซโทปชนิดใดสลายได้เร็วกว่ากัน อธิบาย

ตอบ ครึ่งชีวิตคือ เวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายจนเหลือปริมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น ดังนั้น ถ้าไอโซโทป W มีครึ่งชีวิตน้อยกว่าไอโซโทป Z แสดงว่า ไอโซโทป W ใช้เวลาสั้นกว่าไอโซโทป Z ในการสลายจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเริ่มต้น ดังนั้น ไอโซโทป W เป็นไอโซโทปที่สลายได้เร็วกว่าไอโซโทป Z

แบบฝึกหัด 20.2

5. ฟอสฟอรัส-32 ($^{32}_{15}\text{P}$) มีครึ่งชีวิต 14 วัน จะใช้เวลานานเท่าใด จึงจะเหลือฟอสฟอรัส-32 ร้อยละ 25 ของจำนวนเดิม

วิธีทำ ให้ N_0 เป็นจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้นของฟอสฟอรัส-32

N เป็นจำนวนนิวเคลียสของฟอสฟอรัส-32 เมื่อเวลาผ่านไป t

การสลายของฟอสฟอรัส-32 จนเหลือ ร้อยละ 25 ของปริมาณเดิม

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

เนื่องจากจำนวนนิวเคลียสที่เหลือเป็นสัดส่วน 22 ของจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้น

ดังนั้น เวลาที่ผ่านไปจึงต้องเป็นจำนวนเต็ม 2 เท่าของครึ่งชีวิต นั่นคือ

$$t = 2T_{\frac{1}{2}} = 2(14 \text{ day}) = 28 \text{ day}$$

ตอบ ใช้เวลานาน 28 วัน

6. ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งมีครึ่งชีวิต 10 นาที มีจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้นเท่ากับ 8×10^{20} นิวเคลียสจงหาว่า

ก. เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที มีนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายไปกี่นิวเคลียส

ข. เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มีนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีเหลือเท่าใด

วิธีทำ ก. เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที ซึ่งเท่ากับครึ่งชีวิต ธาตุกัมมันตรังสีจะสลายไปครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น ดังนั้น จะมีจำนวนนิวเคลียสที่สลายไปเท่ากับ

$$\frac{1}{2} 8 \times 10^{20} = 4.0 \times 10^{20}$$

ข. เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที ซึ่งเท่ากับ 3 เท่าของครึ่งชีวิต ธาตุกัมมันตรังสีจะสลายไปจนเหลือจำนวน

$\frac{1}{2^3}$ เท่าของจำนวนเริ่มต้น ดังนั้น จะมีจำนวนนิวเคลียสที่เหลืออยู่เท่ากับ

$$\frac{1}{2^3} 8 \times 10^{20} = 1.0 \times 10^{20}$$

ตอบ ก. เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที มีนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีสลายไป 4×10^{20} นิวเคลียส

ข. เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มีนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีเหลืออยู่ 1×10^{20} นิวเคลียส

7. ไอโอดีน-131 ($^{131}_{53}\text{I}$) มีจำนวนนิวเคลียส 3.69×10^{10} นิวเคลียส และมีกัมมันตภาพ 1 ไมโครคูรี

จงหาครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131

วิธีทำ ให้ A_0 เป็นกัมมันตภาพเริ่มต้นของไอโอดีน-131

N_0 เป็นจำนวนนิวเคลียสเริ่มต้นของไอโอดีน-131

λ เป็นค่าคงตัวการสลายของไอโอดีน-131

หาคึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 ได้จากสมการ $A_0 = \lambda N_0$ และ $\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$

$$\begin{aligned} \text{จาก } A_0 &= \lambda N_0 \\ A_0 &= \left(\frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} \right) N_0 \\ T_{\frac{1}{2}} &= \frac{0.693 N_0}{A_0} \\ &= \frac{(0.693)(3.69 \times 10^{10} \text{ nucleus})}{(1 \times 10^{-6} \text{ Ci}) \left(\frac{3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}}{1 \text{ Ci}} \right)} \\ &= 6.911 \times 10^5 \text{ s} \end{aligned}$$

ตอบ ครึ่งชีวิตของไอโอดีน-131 เท่ากับ 6.91×10^5 วินาที (หรือ 8 วัน)

8. โพลonium-210 ($^{210}_{84}\text{Po}$) มีครึ่งชีวิต 140 วัน เริ่มต้นมีจำนวน 20.0 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 120 วัน จะเหลือโพลonium -210 อยู่กี่กรัม กำหนด $e^{-0.594}$ เท่ากับ 0.552

วิธีทำ ถ้า m_0 เป็นมวลเริ่มต้นของโพลonium-210 และ m เป็นมวลของโพลonium-210

ที่เวลา t ใด ๆ มวลของโพลoniumที่เหลือจากสมการ $m = m_0 e^{-\lambda t}$ และ $\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$

$$\begin{aligned} \text{จาก } m &= m_0 e^{-\lambda t} \\ \text{หา } \lambda t &\text{ จากสมการ } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} \\ \lambda t &= \left(\frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} \right) t \\ &= \left(\frac{0.693}{140} \right) 120 \\ &= 0.594 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } \lambda t &= 0.594 \text{ ลงในสมการ } m = m_0 e^{-\lambda t} \\ m &= (20.00)(e^{-0.594}) \\ &= (20)(0.552) \\ &= 11.04 \text{ g} \end{aligned}$$

ตอบ โพลonium -210 เหลืออยู่เท่ากับ 11.0 กรัม

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 18

เรื่อง ปฏิกริยานิวเคลียร์และพลังงานนิวเคลียร์ รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205

เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

รวม 36 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการแผ่รังสีอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

16. อธิบายปฏิกริยานิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน รวมทั้งคำนวณพลังงานนิวเคลียร์

3. สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เรียกว่า ปฏิกริยานิวเคลียร์

ฟิชชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลมากแตกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่าส่วนฟิวชันเป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมตัวกันเกิดเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น

พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันหรือฟิวชันเรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่าเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายของปฏิกริยานิวเคลียร์ได้
2. อธิบายฟิชชันและความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันได้
3. อธิบายฟิวชันและความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิวชันได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. คำนวณพลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกจากฟิชชันได้
2. คำนวณพลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกจากฟิวชันได้
3. บอกแนวทางการนำพลังงานนิวเคลียร์ไปใช้ประโยชน์ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สารการเรียนรู้

กระบวนการที่นิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในเมื่อได้รับการกระตุ้น เรียกว่า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ (nuclear reaction) ซึ่งปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่นิวเคลียสรวมกันแยกออกเป็นนิวเคลียสที่มีมวลน้อยกว่า เรียกว่า ฟิชชัน (fission) ส่วนปฏิกิริยานิวเคลียสที่มีมวลน้อยรวมกันเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมาก เรียกว่า ฟิวชัน (fusion)

พลังงานที่ปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน เรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ (nuclear energy) ซึ่งมีค่าเทียบเท่าส่วนของมวลที่หายไปหลังการเกิดฟิชชันและฟิวชัน ตามสมการ $E = (\Delta m)c^2$

พลังงานนิวเคลียร์จากฟิชชัน สามารถนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยมีอุปกรณ์สำคัญคือ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor) ที่ใช้สร้างและควบคุมให้เกิดฟิชชันอย่างต่อเนื่องที่เรียกว่า ปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) เพื่อการปล่อยพลังงานนิวเคลียร์ในปริมาณที่เหมาะสม ส่วนพลังงานนิวเคลียร์จากฟิวชัน ยังอยู่ในขั้นตอนการศึกษาวิจัยเพื่อการนำมาใช้ประโยชน์

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

11. ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์
<https://youtu.be/MDcJTdUi9DE> และ https://youtu.be/_AdA5d_8Hm0
12. ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง เรือขนาดใหญ่ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์
<https://youtu.be/6G9B1fyqV4g>
13. ครูถามนักเรียนว่า พลังงานนิวเคลียร์ที่นำมาใช้ประโยชน์นี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงของอะไร อย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ
14. ครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า พลังงานนิวเคลียร์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียส จากนั้นครูทบทวนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสในหัวข้อที่ผ่านมา ซึ่งเป็นการสลายที่นิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบตามธรรมชาติ ไม่ขึ้นกับปัจจัยภายนอก เช่น ความดัน อุณหภูมิ หรือการกระทำของมนุษย์
15. ครูตั้งคำถามว่า ถ้านิวเคลียสได้รับการกระตุ้นจากการกระทำของมนุษย์ นิวเคลียสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ อย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ

ขั้นสำรวจและค้นหา

12. ครูให้นักเรียนศึกษา การทดลองปล่อยอนุภาคแอลฟาไปชนกับนิวเคลียสของไนโตรเจน-14 ของรัทเทอร์ฟอร์ด และผลการวิเคราะห์ของแบล็กเกต ตามรูป 20. 21 ในหนังสือเรียนรวมทั้ง ความหมายของปฏิกิริยานิวเคลียร์ ในหนังสือเรียน จากนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้จากการศึกษาครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการเปลี่ยนนิวเคลียสของธาตุหนึ่งเป็นนิวเคลียสของธาตุอื่น เช่น ทองคำ นำไปสู่การค้นพบธาตุใหม่ ๆ ที่ไม่มีในธรรมชาติ รวมทั้งการค้นพบปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ให้พลังงานออกมา

13. ครูให้นักเรียนศึกษาการทดลองของแฟร์มีที่ปล่อยนิวตรอนไปพบกับนิวเคลียสของธาตุต่าง ๆ การวิเคราะห์หาชนิดของธาตุของธาตุนั้นกับสตราสมันน์ และ การอธิบายกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยไมท์เนอร์และฟริช จากนั้นครูนำอภิปรายสรุปเกี่ยวกับฟิชชัน โดยครูควรเน้น ดังนี้
 - 2.1 การค้นพบฟิชชัน เกิดจากความพยายามของนักวิทยาศาสตร์ที่พยายามจะผลิตธาตุใหม่
 - 2.2 การที่นักวิทยาศาสตร์ใช้นิวตรอนเป็นอนุภาคที่ปล่อยไปพบกับนิวเคลียสของยูเรเนียม เพราะนิวตรอนไม่มีประจุไฟฟ้า สามารถเคลื่อนที่เข้าไปพบนิวเคลียสของยูเรเนียมที่มีประจุบวกได้ง่ายกว่าอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า
 - 2.3 การเกิดฟิชชัน เกิดขึ้นกับนิวเคลียสของธาตุหนักและทำให้ได้นิวเคลียสใหม่ที่แตกต่างกัน
14. ครูให้นักเรียนศึกษาการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับฟิวชัน ความหมายของฟิวชัน และพลังงานนิวเคลียร์จากฟิวชัน แล้วอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดฟิวชันและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนของมวลที่ลดลงกับพลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิวชัน
15. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองเรื่อง แบบจำลองฟิชชันและฟิวชัน โดยการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายฟิชชันและฟิวชัน โดยเตรียมวัสดุอุปกรณ์ คือ
 1. ลูกปัดสี หรือ ลูกแก้ว 30 อัน ที่มีสีแตกต่างกันอย่างน้อย 2 สี
 2. โหมมพรมสีแตกต่างกันอย่างน้อย 2 สี 1 ม้วน
 3. กาว 1 หลอด
 4. กระดาษเทาขาวแผ่นใหญ่ 1 แผ่น
 5. สีเมจิก 1 ชุด
 6. กระดาษไนต์สี 1 ชุด

วิธีทำกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน จากนั้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองการเกิดฟิชชันและฟิวชันของนิวเคลียสของธาตุบางชนิดบนกระดาษเทาขาวแผ่นใหญ่ โดยใช้ลูกปัดสี หรือ ลูกแก้ว หรือ กระดาษตัดเป็นวงกลมที่มีสีแตกต่างกัน แทนนิวตรอนและโปรตอนใช้โหมมพรมเป็นเส้นระบุลำดับการเกิดกระบวนการ
2. หลังจากที่แต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองเสร็จแล้ว ให้นำผลงานไปติดที่ผนังห้อง
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินหมุนเวียนพิจารณาผลงานของนักเรียนกลุ่มอื่น และเขียนแสดงความคิดเห็นลงในกระดาษไนต์สีแล้วติดไว้ข้างผลงานของแต่ละกลุ่ม

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

16. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับตัวอย่างการเกิดฟิชชันของยูเรเนียม-235 ตามรูป 20.22 ในหนังสือเรียน และสมการแทนการเกิดฟิชชัน รวมทั้ง พลังงานนิวเคลียร์ และ ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานนิวเคลียร์กับมวลที่ลดลงหลังการเกิดฟิชชัน จนสรุปได้สมการ $E = (\Delta m)c^2$ ทั้งนี้ ครูควรเน้นว่า ในการเขียนสมการแสดงปฏิกิริยานิวเคลียร์ ผลรวมของเลขมวลและผลรวมของเลขอะตอมก่อนและหลังปฏิกิริยามีค่าเท่ากัน

17. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดฟิวชันและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนของมวลที่ลดลงกับพลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิวชัน ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ในบางกรณี พลังงานต่อมวลที่ได้จากฟิวชัน อาจน้อยกว่า พลังงานต่อมวลที่ได้จากฟิชชัน เงื่อนไขสำคัญที่ทำให้เกิดฟิวชันบนดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ได้นั้น เป็นเพราะอุณหภูมิของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์สูงมาก ทำให้นิวเคลียสของธาตุเบาที่มีความเร็วสูงมากจนสามารถเคลื่อนที่เข้ามาหลอมรวมกันได้ ถึงแม้จะมีแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างนิวเคลียส

ขั้นขยายความรู้

24. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ส่วนของมวลที่ลดลงหลังการเกิดฟิวชันนี้ สามารถเรียกว่า ส่วนพร่องมวล (mass defect) ได้เช่นเดียวกับกรณีหิวข้อพลังงานยึดเหนี่ยว นอกจากนี้ พลังงานส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชัน (ประมาณ 84%) เป็นพลังงานจลน์ของนิวเคลียส 2 นิวเคลียสที่แยกออกมา ส่วนที่เหลือจะเป็นพลังงานจลน์ของนิวตรอน พลังงานของรังสีแกมมาและอนุภาคอื่น ๆ
25. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 20.10 โดยครูอธิบายร่วมด้วย จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับ การเปรียบเทียบพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากฟิชชันของนิวเคลียสยูเรเนียม 1 นิวเคลียส กับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีของการเผาไหม้คาร์บอน 1 อะตอม จากนั้น ครูนำอภิปราย โดยใช้รูป 20.23 – 20.24 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยา ลูกโซ่ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยถามนักเรียนดังต่อไปนี้

ก. ถ้าในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ไม่มีตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน จะเกิดปฏิกิริยา ลูกโซ่ได้หรือไม่ (แนวคำตอบ : ไม่ได้ เพราะตัวหน่วงความเร็วนิวตรอน ช่วยให้นิวตรอนที่ถูกปล่อยออกมาจากฟิชชันมีความเร็วลดลง เหมาะสมกับการทำให้เกิดฟิชชันในครั้งต่อไป)

ข. ถ้าการเกิดฟิชชันของนิวเคลียสชนิดหนึ่ง มีการปล่อยนิวตรอนออกมาเพียงอนุภาคเดียวในแต่ละครั้ง เราสามารถนำนิวเคลียสชนิดนี้ไปสร้างปฏิกิริยา ลูกโซ่อย่างทวีคูณได้หรือไม่ (แนวคำตอบ : ไม่ได้ เพราะการเกิดฟิชชันแต่ละครั้ง จะได้นิวตรอนเพียงอนุภาคเดียว ที่ทำให้เกิดฟิชชันอีกครั้ง และเป็นเช่นนี้ ต่อเนื่องกันไป จึงเป็นฟิชชันแบบต่อเนื่อง แต่ไม่ทวีคูณ)

ค. แท่งควบคุม ช่วยในการควบคุมปฏิกิริยา ลูกโซ่อย่างไร (แนวคำตอบ : แท่งควบคุมดูดซับนิวตรอนที่ปล่อยออกมาจากฟิชชัน ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยา ลูกโซ่ลดลง)

ง. ไอน้ำหรือน้ำที่ปล่อยออกมาจากส่วนระบายความร้อนของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ มีอันตรายหรือไม่อย่างไร (แนวคำตอบ : ไอน้ำหรือน้ำที่ปล่อยออกมาจากส่วนระบายความร้อน อยู่ในระบบท่อส่งน้ำที่แยกออกจากระบบท่อส่งน้ำในส่วนผลิตไฟฟ้าและส่วนแลกเปลี่ยนความร้อน ดังนั้น ไอน้ำหรือน้ำที่ปล่อยออกมาจึงไม่อันตราย)

26. ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่าง 20.11 โดยครูอธิบายร่วมด้วย จากนั้น ครูให้นักเรียนพิจารณาการเปรียบเทียบระหว่างพลังงานต่อมวลที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันของยูเรเนียม-235 กับพลังงานต่อมวลที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิวชันระหว่างดิวเทอเรียมกับทริเทียม แล้วอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัด หากสามารถนำพลังงาน

นิวเคลียร์จากฟิวชันมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งควรสรุปได้ดังนี้

1. พลังงานต่อมวลที่ได้จากฟิวชันระหว่างดิวเทอเรียมกับทริเทียมมีมากกว่าพลังงานต่อมวลที่ได้จากฟิชชันของยูเรเนียม-235 ประมาณ 4 – 5 เท่า
2. หากสามารถนำพลังงานนิวเคลียร์จากฟิวชันระหว่างดิวเทอเรียมกับทริเทียมมาใช้ประโยชน์ได้ จะมีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดี

- สามารถช่วยแก้ปัญหาด้านพลังงานได้ เพราะใช้น้ำเป็นวัตถุดิบ
- ช่วยลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ เพราะพลังงาน

นิวเคลียร์จากฟิวชันไม่มีการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

- กากกัมมันตรังสีอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

ข้อจำกัด

- มีค่าใช้จ่ายสูงในการสร้างสถานะที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดฟิวชัน

ขั้นประเมินผล

8. ครูสุ่มถามนักเรียนเพื่อทดสอบความเข้าใจ ว่าการที่ดวงอาทิตย์ปลดปล่อยพลังงานออกมาตลอดเวลาส่งผลต่อมวลของดวงอาทิตย์อย่างไร (แนวคำตอบ : พลังงานที่ดวงอาทิตย์ปลดปล่อยออกมา มาจากฟิวชัน ซึ่งมีมวลบางส่วนของนิวเคลียสของธาตุบนดวงอาทิตย์ที่เกิดฟิวชัน เปลี่ยนไปเป็นพลังงาน ดังนั้น การปลดปล่อยพลังงานออกมาตลอดเวลาของดวงอาทิตย์ จะทำให้มวลของดวงอาทิตย์ลดลงเรื่อย ๆ)
9. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.3 และแบบฝึกหัด 20.3

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. คลิปวิดีโอ เรื่อง โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จาก <https://youtu.be/MDcJTdui9DE> และ https://youtu.be/_AdA5d_8Hm0
3. คลิปวิดีโอ เรื่อง เรือขนาดใหญ่ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์ จาก <https://youtu.be/6G9B1fyqV4g>
4. ชุดอุปกรณ์การทดลองเรื่องแบบจำลองฟิชชันและฟิวชัน

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้ 2. อธิบายฟิชชันและความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันได้ 3. อธิบายฟิวชันและความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิวชันได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.3	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของปฏิกิริยานิวเคลียร์และพลังงานนิวเคลียร์ ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.3 ได้ถูกต้อง ร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. คำนวณพลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกจากฟิชชันได้ 2. คำนวณพลังงานนิวเคลียร์ที่ปลดปล่อยออกจากฟิวชันได้ 3. บอกแนวทางการนำพลังงานนิวเคลียร์ไปใช้ประโยชน์ได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.3	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของปฏิกิริยานิวเคลียร์และพลังงานนิวเคลียร์ ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจและทำแบบฝึกหัด 20.3 ได้ถูกต้อง ร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.3	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.3

1. จงให้ความหมายของปฏิกิริยานิวเคลียร์

.....

.....

.....

2. ในการเกิดฟิชชัน นิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

3. นิวเคลียสที่เกิดฟิวชันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

4. พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากฟิชชันและฟิวชัน มาจากอะไร

.....

.....

.....

5. จงยกตัวอย่าง ธาตุหรือไอโซโทปของธาตุ ที่สามารถทำให้เกิดฟิวชันได้มา 3 ชนิด

.....

.....

.....

6. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ช่วยให้สามารถนำพลังงานนิวเคลียร์จากฟิชชันมาผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร

.....

.....

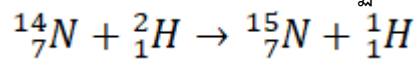
.....

แบบฝึกหัด 20.3

คำถามต่อไปนี้ กำหนดให้

- มวล 1 u เท่ากับ 1.66×10^{-27} กิโลกรัม โดยมวล 1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 931.5 MeV
- พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์ เท่ากับ 1.66×10^{-19} จูล และ 1 โมลอะตอม เท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม

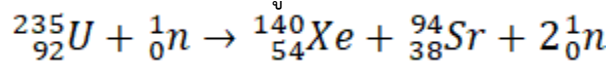
1. จงคำนวณพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้



กำหนดมวลอะตอม $m_{14N} = 14.003074 \text{ u}$ $m_{2H} = 2.014102 \text{ u}$

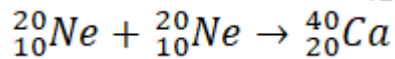
$$m_{\text{}^{15}_7\text{N}} = 15.000108\text{ u} \quad m_{\text{}^1_1\text{H}} = 1.007825\text{ u}$$

2. จากสมการการเกิดฟิชชันของยูเรเนียม-235



ถ้ามีพลังงานถูกปล่อยออกมา 200 MeV จงคำนวณพลังงานที่ได้จากการเกิดฟิชชันของ ยูเรเนียม-235 มวล 1 กรัม กำหนดมวลอะตอมของยูเรเนียม-235 เท่ากับ 235.043930 u

3. การเกิดฟิวชันของนีออน-20 ($^{20}_{10}\text{Ne}$) 2 นิวเคลียส ทำให้ได้แคลเซียม ($^{40}_{20}\text{Ca}$) ดังสมการ



จงหาพลังงานที่ถูกปล่อยออกมา กำหนดมวลอะตอมของ $^{20}_{10}\text{Ne}$ และ $^{40}_{20}\text{Ca}$ เท่ากับ 19.992436 u และ 39.962591 u ตามลำดับ

.....

.....

.....

.....

.....

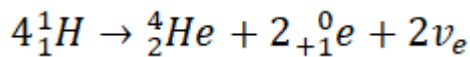
.....

.....

.....

4. ฟิวชันบนดวงอาทิตย์และดวงดาวส่วนมาก เกิดจากการรวมกันของนิวเคลียสของไฮโดรเจน (^1_1H)

จำนวน 4 นิวเคลียส กลายเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม (^4_2He) จำนวน 1 นิวเคลียส ดังสมการ



จงหาพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิวชันนี้

กำหนด มวลอะตอม ^1_1H ^4_2He และ ^0_1e เท่ากับ 1.007825 u 4.002603 u และ 0.000549 u

ตามลำดับ และมวลของนิวทริโนมีค่าน้อยมาก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งหนึ่ง ใช้เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่มียูเรเนียม -235 ($^{235}_{92}\text{U}$) เป็นองค์ประกอบ
จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. ถ้าเริ่มต้นมียูเรเนียม-235 มวล 100 มิลลิกรัม หลังการเกิดฟิชชัน มวลของยูเรเนียม-235 หายไป 0.20% พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากฟิชชันของยูเรเนียมมีค่าเท่าใด

ข. ถ้าเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่ใช้ น้ำมันเตา เพื่อให้ได้ความร้อนเท่ากับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จะต้องใช้น้ำมันเตากี่ตัน

กำหนด การเผาใช้น้ำมันเตา 1 ตัน ได้ความร้อน 8.40×10^9 จูล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.3

1. จงให้ความหมายของปฏิกริยานิวเคลียร์

ตอบ ปฏิกริยานิวเคลียร์ คือ กระบวนการที่นิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในเมื่อได้รับการกระตุ้น

2. ในการเกิดฟิชชัน นิวเคลียสมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ นิวเคลียสของธาตุหนักดูดจับนิวตรอนไว้ กลายเป็นนิวเคลียสที่อยู่ในสถานะกระตุ้น จากนั้น จะแยกออกเป็นนิวเคลียส 2 นิวเคลียสที่มีเลขอะตอมและมวลน้อยลง

3. นิวเคลียสที่เกิดฟิวชันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ตอบ นิวเคลียสของไอโซโทปที่เกิดฟิวชันมีการรวมกันเป็นนิวเคลียสที่มีมวลมากขึ้น

4. พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากฟิชชันและฟิวชัน มาจากอะไร

ตอบ มาจากมวลที่ลดลงหลังการเกิดฟิชชันและฟิวชัน ซึ่งส่วนของมวลที่ลดลงนี้ได้เปลี่ยนไปเป็นพลังงาน ตามความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานของไอน์สไตน์

5. จงยกตัวอย่าง ธาตุหรือไอโซโทปของธาตุ ที่สามารถทำให้เกิดฟิวชันได้มา 3 ชนิด

ตอบ ไฮโดรเจน ดิวเทอเรียม ทริเทียม

6. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ช่วยให้สามารถนำพลังงานนิวเคลียร์จากฟิชชันมาผลิตไฟฟ้าได้อย่างไร

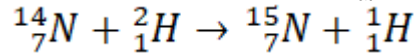
ตอบ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สามารถสร้างและควบคุมปฏิกริยาถูกโซ่ให้เกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม สามารถถ่ายโอนพลังงานนิวเคลียร์ให้กับน้ำ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงจนกลายเป็นไอน้ำ ซึ่งจะถูกนำไปใช้หมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับการผลิตไฟฟ้าต่อไป

เฉลยแบบฝึกหัด 20.3

คำถามต่อไปนี้ กำหนดให้

- มวล 1 u เท่ากับ 1.66×10^{-27} กิโลกรัม โดยมวล 1 u เทียบเท่ากับพลังงาน 931.5 MeV
- พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์ เท่ากับ 1.66×10^{-19} จูล และ 1 โมลอะตอม เท่ากับ 6.02×10^{23} อะตอม

1. จงคำนวณพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อไปนี้



$$\text{กำหนดมวลอะตอม } m_{{}^{14}_7\text{N}} = 14.003074\text{ u} \quad m_{{}^2_1\text{H}} = 2.014102\text{ u}$$

$$m_{{}^{15}_7\text{N}} = 15.000108\text{ u} \quad m_{{}^1_1\text{H}} = 1.007825\text{ u}$$

วิธีทำ หามวลรวมก่อนเกิดปฏิกิริยา (m_1)

$$m_1 = m_{{}^{14}_7\text{N}} + m_{{}^2_1\text{H}}$$

$$= 14.003074\text{ u} + 2.014102\text{ u}$$

$$= 16.017176\text{ u}$$

หามวลรวมหลังเกิดปฏิกิริยา (m_2)

$$m_2 = m_{{}^{15}_7\text{N}} + m_{{}^1_1\text{H}}$$

$$= 15.000108\text{ u} + 1.007825\text{ u}$$

$$= 16.007933\text{ u}$$

หาผลต่างระหว่างมวลก่อนกับหลังเกิดปฏิกิริยา

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

$$= 16.007933\text{ u} - 16.017176\text{ u}$$

$$= 0.009243\text{ u}$$

หาพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ จากพลังงานที่เทียบเท่าผลต่างระหว่างมวลก่อนกับหลังการเกิดปฏิกิริยา โดยมวล 1 u เทียบเท่าพลังงาน 931.5 MeV

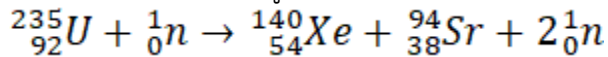
$$E = (\Delta m)(931.5\text{ MeV/u})$$

$$= (0.009243\text{ u})(931.5\text{ MeV/u})$$

$$= 8.609855\text{ MeV}$$

ตอบ พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์นี้เท่ากับ 8.610 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

2. จากสมการการเกิดฟิชชันของยูเรเนียม-235



ถ้ามีพลังงานที่ถูกปล่อยออกมา 200 MeV จงคำนวณพลังงานที่ได้จากการเกิดฟิชชันของ

ยูเรเนียม-235 มวล 1 กรัม กำหนดมวลอะตอมของยูเรเนียม-235 เท่ากับ 235.043930 u

วิธีทำ แปลงมวลอะตอมของยูเรเนียม-235 ในหน่วย u ให้อยู่ในหน่วยกรัม โดยมวล 1 u เท่ากับ

1.66×10^{-27} กิโลกรัม จะได้

$$m_{{}^{235}_{92}\text{U}} = (235.043930)(1.66 \times 10^{-27}) = 3.901729 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

พิจารณา อัตราส่วนพลังงานที่ได้จากฟิชชัน 200 MeV ต่อมวลยูเรเนียม-235

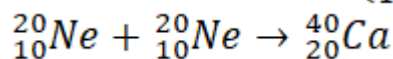
3.901729×10^{-25} กิโลกรัม เท่ากับ อัตราส่วนพลังงานที่ได้จากฟิชชัน E ต่อมวลของ

ยูเรเนียม-235 1 กรัม หรือ 1×10^{-3} กิโลกรัม ดังนั้น

$$E = \left(\frac{200}{3.901729 \times 10^{-25}} \right) (1 \times 10^{-3}) = 5.125933 \times 10^{23} \text{ MeV}$$

ตอบ พลังงานที่ได้จากการเกิดฟิชชันของยูเรเนียม-235 มวล 1 กรัม เท่ากับ 5.13×10^{23} เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

3. การเกิดฟิวชันของนีออน-20 (${}^{20}_{10}\text{Ne}$) 2 นิวเคลียส ทำให้ได้แคลเซียม (${}^{40}_{20}\text{Ca}$) ดังสมการ



จงหาพลังงานที่ถูกปล่อยออกมา กำหนดมวลอะตอมของ ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ และ ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ เท่ากับ 19.992436 u

และ 39.962591 u ตามลำดับ

วิธีทำ หาพลังงานที่ถูกปล่อยออกมา (E) ได้จากพลังงานที่เทียบเท่าผลต่างระหว่างมวลรวมก่อนฟิวชันลบด้วยมวลรวมหลังฟิวชัน (Δm) หาผลต่างระหว่างมวลก่อนกับหลังฟิวชัน

$$\begin{aligned}\Delta m &= (19.992436 \text{ u} + 19.992436 \text{ u}) - 39.962591 \text{ u} \\ &= 0.022281 \text{ u}\end{aligned}$$

หาพลังงานที่เทียบเท่าผลต่างระหว่างมวลจากสมการ

$$E = (\Delta m)(931.5 \text{ MeV/u})$$

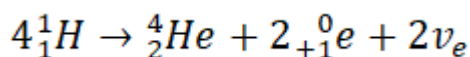
แทนค่า จะได้

$$E = (0.022281 \text{ u})(931.5 \text{ MeV/u}) = 20.75 \text{ MeV}$$

ตอบ พลังงานที่ถูกปล่อยออกมาเท่ากับ 20.75 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

4. ฟิวชันบนดวงอาทิตย์และดวงดาวส่วนมาก เกิดจากการรวมกันของนิวเคลียสของไฮโดรเจน (${}^1_1\text{H}$)

จำนวน 4 นิวเคลียส กลายเป็นนิวเคลียสของฮีเลียม (${}^4_2\text{He}$) จำนวน 1 นิวเคลียส ดังสมการ



จงหาพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิวชันนี้

กำหนด มวลอะตอม ${}^1_1\text{H}$ ${}^4_2\text{He}$ และ ${}^0_1\text{e}$ เท่ากับ 1.007825 u 4.002603 u และ 0.000549 u

ตามลำดับ และมวลของนิวทริโนมีค่าน้อยมาก

วิธีทำ หาพลังงานที่ถูกปล่อยออกมา (E) ได้จากพลังงานที่เทียบเท่าผลต่างระหว่างมวลรวมก่อนฟิวชันลบด้วยมวลรวมหลังฟิวชัน (Δm)

หาผลต่างระหว่างมวลก่อนกับหลังฟิวชัน

$$\begin{aligned}\Delta m &= 4(1.007825 \text{ u}) - 4.002603 \text{ u} - 2(0.000549 \text{ u}) \\ &= 0.027599 \text{ u}\end{aligned}$$

หาพลังงานที่เทียบเท่าผลต่างระหว่างมวลจากสมการ

$$E = (\Delta m)(931.5 \text{ MeV/u})$$

แทนค่า จะได้

$$\begin{aligned}E &= (0.027599 \text{ u})(931.5 \text{ MeV/u}) \\ &= 25.7 \text{ MeV}\end{aligned}$$

พลังงานปฏิกิริยาเท่ากับ 25.7 MeV

ตอบ พลังงานที่ได้จากฟิวชันเท่ากับ 25.7 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์

5. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งหนึ่ง ใช้เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่มียูเรเนียม-235 ($^{235}_{92}\text{U}$) เป็นองค์ประกอบ
จงตอบคำถามต่อไปนี้

ก. ถ้าเริ่มต้นมียูเรเนียม-235 มวล 100 มิลลิกรัม หลังการเกิดฟิชชัน มวลของยูเรเนียม-235 หายไป 0.20% พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากฟิชชันของยูเรเนียมมีค่าเท่าใด

ข. ถ้าเปรียบเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่ใช้น้ำมันเตา เพื่อให้ได้ความร้อนเท่ากับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จะต้องใช้น้ำมันเตากี่ตัน

กำหนด การเผาไหม้น้ำมันเตา 1 ตัน ได้ความร้อน 8.40×10^9 จูล

วิธีทำ ก. ให้ Δm เป็นมวลของยูเรเนียม-235 ที่หายไปหลังการเกิดฟิชชัน และ E เป็นพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากฟิชชันของยูเรเนียม

หลังการเกิดฟิชชัน มวลของยูเรเนียมหายไป 0.20% ของ 100 มิลลิกรัม หรือ

$$\Delta m = \frac{0.20}{100} \times 100 = 0.2 \text{ mg} = 2 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

หาพลังงานนิวเคลียร์ในหน่วยจูลที่เทียบเท่ามวลที่หายไปโดยใช้สมการ

$$E = (\Delta m)c^2$$

แทนค่า $\Delta m = 2 \times 10^{-6} \text{ kg}$ และ $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ จะได้

$$\begin{aligned}E &= (2 \times 10^{-6} \text{ kg})(3 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \\ &= 1.80 \times 10^{11} \text{ J}\end{aligned}$$

ข. เปรียบเทียบพลังงานนิวเคลียร์ที่ได้จากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์กับพลังงานความร้อนที่ได้จากในโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน

พิจารณา อัตราส่วน ความร้อน 8.40×10^9 จูล ต่อมวลน้ำมันเตาที่ใช้ 1 ตัน

เท่ากับ อัตราส่วนความร้อน 1.80×10^{11} จูล ต่อมวลน้ำมันเตาที่ใช้ x ตัน

ดังนั้น

$$x = \frac{(1.80 \times 10^{11} \text{ J})(1 \text{ ตัน})}{8.4 \times 10^9 \text{ J}} = 21.43 \text{ ตัน}$$

ตอบ ก. พลังงานนิวเคลียร์ที่ได้เท่ากับ 1.80×10^{11} จูล

ข. จะต้องใช้น้ำมันเตา 21.4 ตัน

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19

เรื่อง ประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากรังสี รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 เวลา 2 ชั่วโมง
ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค รวม 36 ชั่วโมง
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการฟิชชันนิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

17. อธิบายประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์และรังสี รวมทั้งอันตรายและการป้องกันรังสีในด้านต่าง ๆ

3. สาระสำคัญ

พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจากการสลายของธาตุกัมมันตรังสีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ขณะเดียวกันต้องมีการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากรังสีได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ยกตัวอย่างการนำรังสีไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้

2. ยกตัวอย่างอันตรายของรังสีที่มีต่อร่างกายได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

รังสีจากธาตุและไอโซโทปกัมมันตรังสีสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายด้าน เช่น ด้านการแพทย์ ด้านเกษตรกรรม ด้านอุตสาหกรรม ด้านความปลอดภัย แต่ในขณะเดียวกัน ต้องมีการป้องกันอันตรายจากรังสีที่อาจเกิดขึ้น

ถึงแม้ร่างกายของมนุษย์จะได้รับรังสีจากสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา แต่มีปริมาณไม่มาก จึงไม่ทำให้

เกิดอันตราย ถ้าทราบว่า อยู่ใกล้บริเวณที่มีแหล่งกำเนิดรังสี หรือ จำเป็นต้องทำงานเกี่ยวกับรังสี ควรป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากรังสีโดยมีหลักการสำคัญคือ การพยายามอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีให้มากที่สุด การพยายามใช้เวลาที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดรังสีให้น้อยที่สุด และ มีการใช้วัสดุกำบังรังสีในกรณีที่ต้องทำงานเกี่ยวกับรังสี

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

16. ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง เครื่องมือรังสีรักษา จาก <https://youtu.be/WRZWNp8w1nc>
17. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับ กัมมันตภาพรังสี และ ปฏิกริยานิวเคลียร์ และถามนักเรียนว่า สามารถนำความรู้เข้าใจเกี่ยวกับธาตุกัมมันตรังสีและรังสี ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

ขั้นสำรวจและค้นหา

16. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน 5 กลุ่มและให้แต่ละกลุ่มเลือกศึกษา สืบค้นข้อมูล และนำเสนอเกี่ยวกับการนำรังสีไปใช้ประโยชน์ในด้านใดด้านหนึ่งต่อไปนี้
 1. ด้านการแพทย์
 2. ด้านโบราณคดีและธรณีวิทยา
 3. ด้านเกษตรกรรม
 4. ด้านอุตสาหกรรม
 5. ด้านความปลอดภัยโดยกำหนดประเด็นหลักในการนำเสนอดังต่อไปนี้
 - ตัวอย่างการใช้ประโยชน์
 - ชนิดของรังสีหรือไอโซโทปกัมมันตรังสีที่ใช้
 - หลักการที่เกี่ยวข้อง
17. ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลในหัวข้อที่เลือก โดยเริ่มจากหนังสือเรียนและควรสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่น เช่น อินเทอร์เน็ต แล้วให้นักเรียนอภิปรายและสรุปภายในกลุ่ม พร้อมกับเตรียมตัวนำเสนอ โดยอาจมีการให้ทำสื่อประกอบการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

18. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้น โดยให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ประเมินกลุ่มที่นำเสนอ รวมทั้งประเมินตนเอง และเมื่อจบการนำเสนอ ทั้งนี้ ครูยกตัวอย่างวิธีการคำนวณอายุของวัตถุโบราณหรือซากดึกดำบรรพ์จากปริมาณของคาร์บอน-14 ประกอบ ให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น
19. ครูนำอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับการนำรังสีไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยครูควรเน้นการแก้ความเข้าใจคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น ตามที่ระบุในตารางความเข้าใจคลาดเคลื่อนของหัวข้อ 20.4.1

ชั้นขยายความรู้

27. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า คาร์บอน-14 มาจากไหน คาร์บอนเป็นธาตุชนิดหนึ่งที่มีหลายไอโซโทป คาร์บอน-14 มีปริมาณน้อยมากโดยเกิดจากนิวตรอนในรังสีคอสมิก (อนุภาคจากอวกาศ) ชนกับนิวเคลียสของไนโตรเจนในบรรยากาศ ทำให้เกิดคาร์บอน-14 และโปรตอน คาร์บอน-14 ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยานิวเคลียร์จะสลายให้ไนโตรเจน-14 ดังนั้นการผลิตคาร์บอน-14 จึงสมดุลกับการสลายของคาร์บอน-14 ขณะที่พืชยังมีชีวิตจะดูดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากอากาศ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อ โดยคาร์บอนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคาร์บอน-14 และคาร์บอน-12 สัตว์ที่กินพืชจึงได้รับคาร์บอนทั้งสองไอโซโทปด้วย เนื่องจากอัตราส่วนระหว่างคาร์บอน-14 และคาร์บอน-12 มีค่าประมาณ 1.3×10^{-12} เกือบคงตัวตลอดเวลา ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างไอโซโทปทั้งสองในร่างกายของสิ่งมีชีวิตจึงคงตัวด้วย เมื่อสิ่งมีชีวิตตาย การรับคาร์บอนเข้าสู่ร่างกายจะสิ้นสุด และคาร์บอน-14 จะค่อย ๆ สลายไป คาร์บอน-14 ที่อยู่ในซากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ ถ้าวิเคราะห์เพื่อหาอายุของซากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง แล้วพบว่าคาร์บอน-14 เหลืออยู่เพียงครึ่งหนึ่ง ก็แสดงว่าสิ่งมีชีวิตนั้นตายมาแล้ว ประมาณ 5730 ปี และเมื่อเวลาผ่านไปอีก 5730 ปี จำนวนคาร์บอน-14 จะหายไปอีกครั้งหนึ่งของที่เหลืออยู่ และจะเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งคาร์บอน-14 เหลือน้อยมาก จนไม่สามารถวัดปริมาณที่เหลือได้ถูกต้อง จึงใช้หาอายุของซากสิ่งมีชีวิตหรือวัตถุโบราณที่มีอายุไม่เกิน 70000 ปี ถ้าอายุมากกว่านั้น จะต้องใช้วิธีอื่น
28. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับรังสีจากสิ่งแวดล้อมจนสรุปได้ว่า รังสีมีอยู่ในสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัวเรา หรือแม้แต่ร่างกายของเรามีการรังสีแผ่ออกมาตลอดเวลา แต่ปริมาณรังสีที่ได้รับ ไม่อยู่ในระดับที่เป็นอันตราย
29. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ดังนี้

ก. เราจะสังเกตได้อย่างไรว่าวัตถุที่สงสัยอาจมีรังสีอันตราย

(แนวคำตอบ : การที่จะบอกได้ว่าวัตถุที่สงสัย อาจมีรังสีที่เป็นอันตราย สังเกตได้จากสัญลักษณ์ดังรูป ก. หมายความว่า วัตถุนั้นบรรจุหรือเป็นแหล่งกำเนิดรังสีที่แผ่รังสีออกมาโดยรอบแต่ถ้ามีสัญลักษณ์ดังรูป 20.4 ข. หมายความว่า วัตถุนั้นบรรจุหรือเป็นแหล่งกำเนิดรังสีที่เป็นอันตรายมาก)



ก



ข

ข. เราควรปฏิบัติอย่างไร เมื่อพบว่าวัตถุที่สงสัยอาจมีการแผ่รังสีที่เป็นอันตราย

(แนวคำตอบ : เมื่อพบว่าวัตถุที่สงสัยอาจมีการแผ่รังสีที่เป็นอันตราย ต้องรีบออกห่างจากวัตถุนั้นให้มากที่สุด แล้วแจ้งผู้ใหญ่ เช่น ครู ผู้ปกครอง เจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือ เจ้าหน้าที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (ปส.) กลุ่มประสานงานกรณีฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสี ซึ่ง

มีช่องทางในการติดต่อดังนี้ โทรศัพท์เคลื่อนที่ 089-200-6243 (ติดต่อได้ตลอด 24 ชั่วโมง) โทรศัพท์สายตรง 02-596-7699 (ติดต่อได้เฉพาะเวลาราชการ)

ชั้นประเมินผล

10. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.4

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. คลิปวิดีโอ เรื่อง เครื่องมือรังสีรักษา จาก <https://youtu.be/WRZWNP8w1nc>

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากรังสีได้	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.4	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของประโยชน์การป้องกันอันตรายจากรังสี ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.4 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. ยกตัวอย่างการนำรังสีไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ 2. ยกตัวอย่างอันตรายของรังสีที่มีต่อร่างกายได้	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.4	- นักเรียนตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของประโยชน์การป้องกันอันตรายจากรังสี ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.4 ได้ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.4	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลา ร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.4

1. จงยกตัวอย่างการนำรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์อย่างน้อย 2 ตัวอย่าง

.....

.....

.....

2. นักโบราณคดีใช้ความรู้ด้านไอโซโทปกัมมันตรังสีในการหาอายุของวัตถุโบราณอย่างไร

.....

.....

.....

3. จงยกตัวอย่างการนำรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมมา 2 ตัวอย่าง

.....

.....

.....

4. การฉายรังสีให้กับส่วนของพืช ชักนำให้พืชเกิดมิวเทชันได้อย่างไร

.....

.....

.....

5. ในชีวิตประจำวัน เราได้รับรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสี จากแหล่งใดบ้าง ให้ระบุอย่างน้อย 3 อย่าง

.....

.....

.....

6. ถ้าร่างกายได้รับรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสีมากเกินไป จะมีอาการเริ่มต้นที่สังเกตได้อย่างไร

.....

.....

.....

7. ถ้าจำเป็นต้องอยู่ใกล้บริเวณที่มีรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสี ควรปฏิบัติอย่างไร

.....

.....

.....

8. ชุดหรืออุปกรณ์ที่นำมาสวมใส่เพื่อป้องกันรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสี ควรทำจากวัสดุชนิดใด

.....

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.4

1. จงยกตัวอย่างการนำรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์อย่างน้อย 2 ตัวอย่าง
ตอบ การใช้รังสีแกมมาจากโคบอลต์ -60 ในการรักษามะเร็ง และ การใช้รังสีแกมมาจากโซเดียม-24 ในการติดตามการหมุนเวียนของเลือดในผู้ป่วย

2. นักโบราณคดีใช้ความรู้ด้านไอโซโทปกัมมันตรังสีในการหาอายุของวัตถุโบราณอย่างไร

ตอบ นักโบราณคดีหาอายุของวัตถุโบราณโดยการวัดปริมาณหรือกัมมันตภาพของไอโซโทปกัมมันตรังสีที่อยู่ในวัตถุโบราณชิ้นนั้น แล้วคำนวณเปรียบเทียบกับปริมาณหรือกัมมันตภาพของไอโซโทปกัมมันตรังสีของสิ่งมีชีวิตนั้นในปัจจุบัน เช่น วัดปริมาณกัมมันตรังสีของคาร์บอน-14 ในซากสิ่งมีชีวิต เปรียบเทียบกับปริมาณกัมมันตรังสีของคาร์บอน-14 ที่สิ่งมีชีวิตนั้นมีอยู่

3. จงยกตัวอย่างการนำรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมมา 2 ตัวอย่าง

ตอบ การฉายรังสีแกมมาไปยังน้ำยางหรือพอลิเมอร์ของพลาสติก ทำให้ผลิตภัณฑ์ยางหรือพลาสติกมีสมบัติบางอย่างดีขึ้น และ การฉายรังสีไปยังอัญมณี ทำให้อัญมณีมีมูลค่าเพิ่มขึ้น

4. การฉายรังสีให้กับส่วนของพืช ชักนำให้พืชเกิดมิวเทชันได้อย่างไร

ตอบ เมื่อฉายรังสีให้กับส่วนของพืช เช่น เหน้งหรือหน่อ ทำให้รังสีที่มีอำนาจทะลุผ่าน สามารถทะลุผ่านเนื้อเยื่อไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับยีนของพืช ชักนำให้พืชเกิดมิวเทชันได้

5. ในชีวิตประจำวัน เราได้รับรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสี จากแหล่งใดบ้าง ให้ระบุอย่างน้อย 3 อย่าง

ตอบ น้ำ ดิน หิน อากาศ อาหาร

6. ถ้าร่างกายได้รับรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสีมากเกินไป จะมีอาการเริ่มต้นที่สังเกตได้อย่างไร

ตอบ มีอาการคลื่นเหียนและอ่อนเพลีย

7. ถ้าจำเป็นต้องอยู่ใกล้บริเวณที่มีรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสี ควรปฏิบัติอย่างไร

ตอบ ควรพยายามใช้เวลาอยู่ใกล้บริเวณนั้นให้น้อยที่สุดและควรใช้วัสดุกำบัง กันรังสีนั้น ๆ

8. ชุดหรืออุปกรณ์ที่นำมาสวมใส่เพื่อป้องกันรังสีจากไอโซโทปกัมมันตรังสี ควรทำจากวัสดุชนิดใด

ตอบ ควรทำจากวัสดุที่รังสีทะลุผ่านได้ยาก เช่น ตะกั่ว

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 20

เรื่อง ฟิสิกส์อนุภาค

รายวิชา ฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 เวลา 4 ชั่วโมง

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อนุภาค

รวม 36 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระฟิสิกส์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้

18. อธิบายการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค แบบจำลองมาตรฐาน และการใช้ประโยชน์จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคในด้านต่าง ๆ

3. สาระสำคัญ

การศึกษาโปรตอนและนิวตรอนในนิวเคลียสด้วยเครื่องเร่งอนุภาคพลังงานสูงพบว่า โปรตอนและนิวตรอนประกอบด้วยอนุภาคอื่นที่มีขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ควาร์ก ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ด้วยแรงเข้ม

นักฟิสิกส์ยังได้ค้นพบอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงเข้มซึ่งได้แก่ กลูออน และอนุภาคที่เป็นสื่อของแรงอ่อนซึ่งได้แก่ W - โบซอน และ Z - โบซอน

อนุภาคที่ไม่สามารถแยกเป็นองค์ประกอบได้รวมทั้งอนุภาคที่เป็นสื่อของแรง จัดเป็นอนุภาคมูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน

แบบจำลองมาตรฐานเป็นทฤษฎีที่ใช้อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคมูลฐาน

การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการแพทย์ มีการใช้เครื่องเร่งอนุภาคในการรักษาโรคมะเร็ง การใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีระดับนาบด้วยการปล่อยโพซิตรอนในการวินิจฉัยโรคมะเร็ง ด้านการรักษาความปลอดภัยมีการใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิในสนามบิน

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาของอนุภาคมูลฐานโดยอาศัยแบบจำลองมาตรฐานได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. ยกตัวอย่างการค้นคว้าวิจัยที่ค้นพบอนุภาคมูลฐานได้
2. ระบุชนิดและสมบัติของอนุภาคมูลฐานได้
3. ยกตัวอย่างประโยชน์ที่ได้จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. สาระการเรียนรู้

ในการศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานของสสาร นอกจาก โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน นักฟิสิกส์ยังได้มีการค้นพบอนุภาคอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก โดยอาศัยเครื่องมือที่สำคัญ 2 ชนิด คือ เครื่องเร่งอนุภาค (particle accelerator) และ เครื่องตรวจจับอนุภาค (particle detector) เช่น การใช้เครื่องตรวจจับอนุภาคห้องหมอก (cloud chamber) ค้นพบโพสิตรอน (positron) ซึ่งเป็นปฏิยานุภาค (antiparticle) ของอิเล็กตรอน หรือ การใช้เครื่องเร่งอนุภาคแนวตรงที่ยาวกว่า 3.2 กิโลเมตรค้นพบควาร์ก (quark)

อนุภาคที่นักฟิสิกส์ค้นพบ มีทั้งอนุภาคที่ไม่มีองค์ประกอบภายใน เรียกว่า อนุภาคมูลฐาน (elementary particle) และ อนุภาคที่มีองค์ประกอบภายใน ซึ่ง สาขาทางฟิสิกส์ที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของอนุภาคต่าง ๆ และอันตรกิริยาที่อนุภาคเหล่านี้มีต่อกัน เรียกว่าสาขา ฟิสิกส์อนุภาค (particle physics)

แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่ใช้อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคต่าง ๆ ได้รวบรวมไว้ในแบบจำลองที่เรียกว่า แบบจำลองมาตรฐาน (the Standard Model) ซึ่งได้แบ่งอนุภาคมูลฐานออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ อนุภาคสสาร (matter particle) อนุภาคสื่อแรง (force-carrier particle) และ อนุภาคฮิกส์โบซอน (Higgs boson)

ในแบบจำลองมาตรฐาน ภายในโปรตอนและนิวตรอนประกอบด้วยควาร์ก (quark) ที่มีการแลกเปลี่ยนกลูออน (gluon) ระหว่างกัน ทำให้เกิดแรงเข้ม (strong force) ที่ยึดเหนี่ยวให้ควาร์กอยู่รวมกัน โดยผลข้างเคียงของแรงเข้มระหว่างควาร์กทำให้มีแรงนิวเคลียร์ที่ยึดเหนี่ยวนิวคลีออนให้อยู่รวมกันในนิวเคลียส ส่วนการสลายให้บีตาเป็นกระบวนการที่ควาร์กในนิวคลีออนมีการเปลี่ยนชนิด โดยมีแรงอ่อน (weak force) มาเกี่ยวข้อง ทั้งนี้ แรงอ่อนมีตัวกลางเป็นอนุภาค W-boson และ Z-boson เป็นอนุภาคสื่อแรง

การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค ได้นำไปสู่การประยุกต์ใช้ในด้าน ๆ ต่าง เช่น ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรม ด้านความปลอดภัย และ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ

18. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับอนุภาคต่าง ๆ แล้วถามว่า อนุภาคที่เล็กที่สุดของอะตอมคืออะไรและอนุภาคเหล่านี้ยังมีองค์ประกอบภายในหรือไม่ อย่างไร และถ้ามี จะมีแนวทางการศึกษาอย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ
19. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานของสสารและพลังงานในเอกภพในสาขาที่เรียกว่า ฟิสิกส์อนุภาค โดยอาศัยเครื่องมือสำคัญ

2 ชั้นคือ เครื่องเร่งอนุภาคและเครื่องตรวจวัดอนุภาค ดังตัวอย่างในรูป 20.42 ในหนังสือเรียน

20. ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่า อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาอนุภาคขนาดเล็กในปัจจุบันมีขนาดใหญ่ และต้องใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนแต่ในอดีต นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดอนุภาคแบบที่นักเรียนสามารถสร้างขึ้นเองได้ในชั้นเรียน เรียกว่า เครื่องตรวจวัดอนุภาคแบบห้องหมอก (cloud chamber)

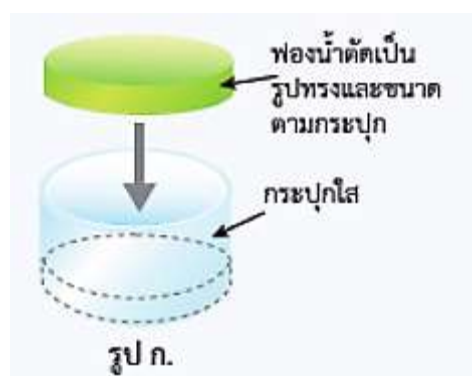
ขั้นสำรวจและค้นหา

18. ครูสาธิตกิจกรรมกลุ่มสร้างเครื่องตรวจวัดอนุภาคแบบห้องหมอก เพื่อสร้างเครื่องตรวจวัดอนุภาคแบบห้องหมอก สังเกตรอยทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคในห้องหมอก และอธิบายการเกิดรอยทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคในห้องหมอก โดยเตรียมอุปกรณ์ดังนี้

1. กระจกแก้วหรือพลาสติกใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร 1 อัน
2. ไฟฉาย LED 1 กระบอก
3. น้ำแข็งแห้ง ขนาดใหญ่กว่าปากของกระจกใส 1 ก้อน
4. หลอดบรรจุไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ 90% 200 มิลลิลิตร
5. หลอดหยด 1 หลอด
6. ฟองน้ำหนาประมาณ 1 cm 1 แผ่น
7. แผ่นอะลูมิเนียมหรือสังกะสีขนาด A4 1 แผ่น
8. แผ่นกาวอะลูมิเนียม 1 ม้วน
9. จุกคอร์กพลาสติก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 cm 1 ถาด
10. กรรไกร 1 ด้าม
11. ถุงมือผ้า 1 คู่
12. ถาดพลาสติกขนาดใหญ่กว่าปากกระจกใส 1 ถาด
13. แหล่งกำเนิดรังสี 1 อัน
14. เทปกาว 2 หน้า 1 ม้วน

วิธีการทำกิจกรรม

1. ใส่ฟองน้ำที่ตัดไว้แล้วที่พื้นด้านในของกระจกใสติดด้วยเทปกาว 2 หน้าเพื่อไม่ให้หลุด ดังรูป ก.



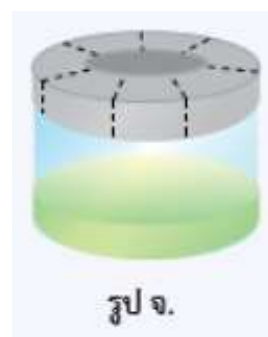
2. ใช้หลอดหยดดูดไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์จากขวดบรรจุแล้วนำไปหยดลงบนฟองน้ำที่อยู่ในกระป๋องใส ดังรูป ข.



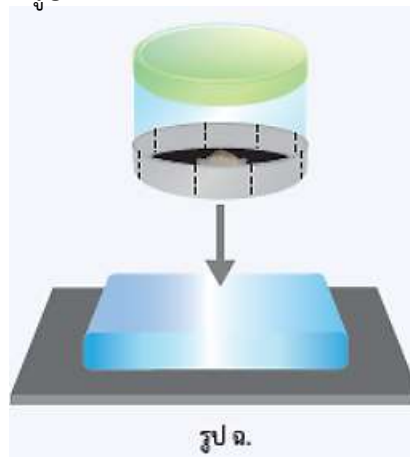
3. นำแผ่นอะลูมิเนียมหรือแผ่นสังกะสีที่ตัดเป็นวงกลมขนาดพอดีกับปากของกระป๋องใส ไปปิดปากกระป๋องใส ดังรูป ค. (ถ้าใช้แหล่งกำเนิดรังสีให้ติดแหล่งกำเนิดรังสีบนแผ่นอะลูมิเนียมด้วยเทปใสก่อน แล้วจึงนำไปปิดปากกระป๋องใส)



4. ตัดแผ่นกาวอะลูมิเนียมติดรอบ ๆ ปากของกระป๋องใสเพื่อยึดติดแผ่นอะลูมิเนียมให้ปิดปากของกระป๋องใสจนสนิท ดังรูป ง. และ จ.

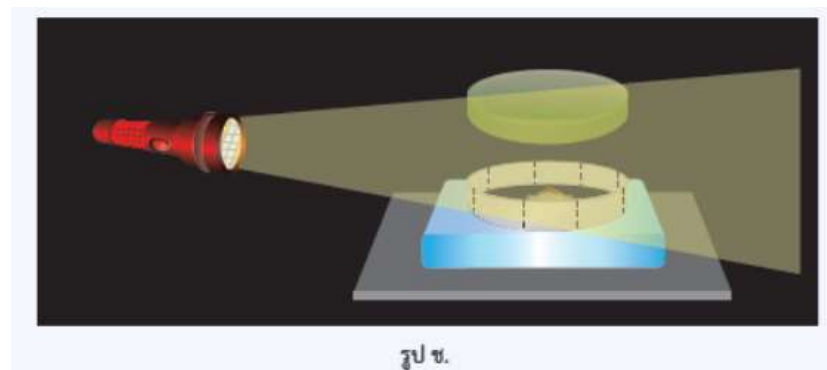


5. นำน้ำแข็งแห้งวางลงในภาตพลาสติก จากนั้น นำกระปุกใสไปวางบนน้ำแข็งแห้ง โดยคว่ำให้ด้านที่มีแผ่นอะลูมิเนียมติดกับน้ำแข็งแห้ง ดังรูป ฉ.



6. รอให้แอลกอฮอล์ระเหยประมาณ 5 - 10 นาที

7. ปิดไฟและจัดให้ห้องมืดสนิท หรือ อาจใช้ผ้าสีดำคลุมชุดอุปกรณ์ จากนั้นใช้ไฟฉาย LED ฉายลำแสงไปที่กระปุกใส ดังรูป ข. สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น อภิปราย



8. ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลการทำกิจกรรมพร้อมทั้งตอบคำถามท้ายกิจกรรม
ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

20. ครูสุ่มนักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

1.1 รอยทางของละอองแอลกอฮอล์ที่สังเกตได้ มีลักษณะอย่างไร

(แนวคำตอบ : บางรอยเป็นเส้นตรง บางและยาว บางรอยเป็นเส้นตรง หนา และ สั้น)

1.2 เพราะเหตุใด อนุภาคแตกต่างกันจึงทำให้รอยทางที่เคลื่อนที่ผ่านห้องหมอกมี

ลักษณะแตกต่างกัน (แนวคำตอบ : เพราะอนุภาคแต่ละชนิดมีสมบัติเช่น ประจุ มวล

และ ความเร็ว ทำให้รอยทางที่เคลื่อนที่ผ่านห้องหมอกมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น

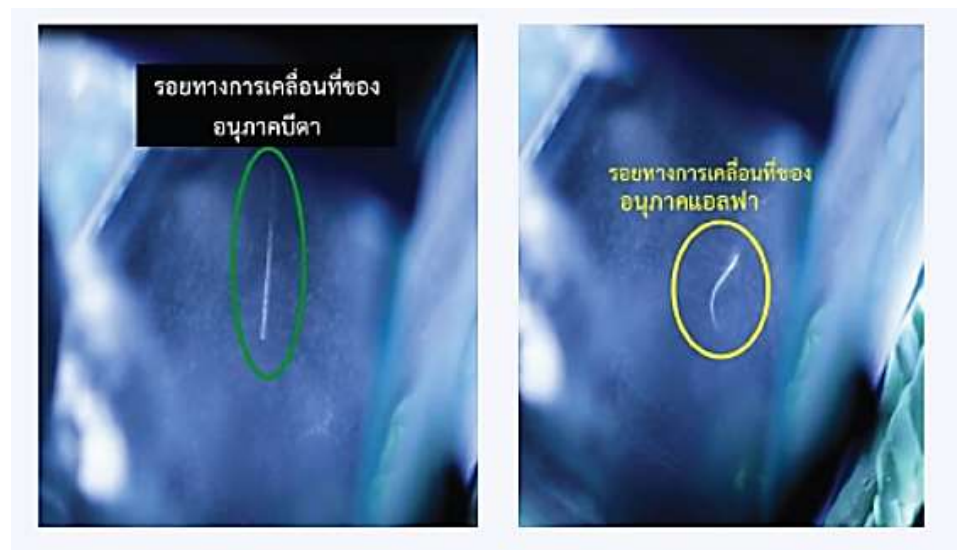
อนุภาคบีตาหรืออิเล็กตรอน เป็นอนุภาคที่มีมวลน้อยกว่าอนุภาคแอลฟา เมื่อเคลื่อนที่

ผ่านเข้าไปในห้องหมอกจะมีการชนกับอนุภาคอื่น ๆ และสูญเสียพลังงานน้อยกว่า

อนุภาคแอลฟา รอยทางของอนุภาคบีตาในห้องหมอกจึงมีลักษณะยาวกว่ารอยทางของ

อนุภาคแอลฟา

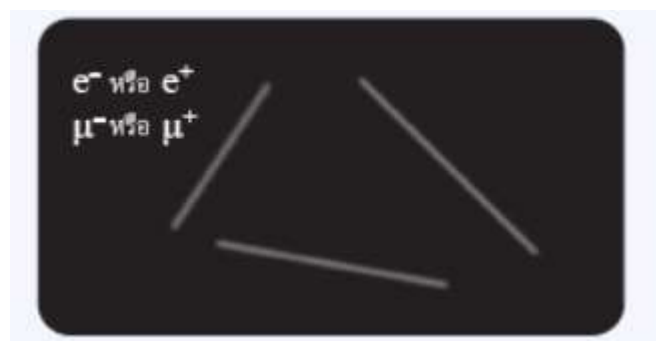
21. ครูแสดงผลการทำกิจกรรมที่ควรจะเป็นดังรูป



22. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมที่เกิดขึ้นดังนี้

จากลักษณะรอยทางที่แตกต่างของอนุภาคที่เคลื่อนที่ผ่านห้องหมอก เราสามารถวิเคราะห์เพื่อระบุชนิดของอนุภาค ดังนี้ (รอยทางบางลักษณะ อาจไม่ปรากฏในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน)

1. ถ้ามรอยทางเป็นเส้นคดเคี้ยวและไม่ตรง แสดงว่า อนุภาคที่เคลื่อนที่ผ่านห้องหมอกเป็นอิเล็กตรอน (e^-) หรือ โพสิตรอน (e^+) ที่มีความเร็วต่ำ เนื่องจากอิเล็กตรอนและโพสิตรอนเป็นอนุภาคที่มีมวลน้อยเมื่อเทียบกับอนุภาคอื่น ๆ เมื่อเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในห้องหมอกจะมีการชนกับอนุภาคอื่น ๆ และเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ง่าย



2. ถ้าวอยทางเป็นเส้นตรงและยาวพอสมควร แสดงว่า อนุภาคที่เคลื่อนที่ผ่านห้องหมอกเป็น อิเล็กตรอนหรือโพซิตรอนที่มีความเร็วสูง หรือ อาจเป็นมิวออนความเร็วสูง เนื่องด้วยความเร็วของอนุภาคทำให้อากาศรอบ ๆ แนวทางที่เคลื่อนที่ผ่านมีการแตกตัวโดยอนุภาคไม่มีการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่



3. ถ้าวอยทางเป็นเส้นตรง สั้น และหนากว่วรอยทางอื่น ๆ อย่างที่สังเกตเห็นได้ชัด แสดงว่าอนุภาคที่เคลื่อนที่ผ่านห้องหมอกนั้น เป็นอนุภาคแอลฟา เนื่องจากอนุภาคแอลฟามีมวลมากกว่าอนุภาคอื่น ๆ มาก จึงทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่สั้นกว่าอนุภาคอื่น ๆ



ชั้นขยายความรู้

30. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าอนุภาคมูลฐานหมายถึงอนุภาคที่ไม่ได้ประกอบขึ้นจากอนุภาคชนิดอื่น ๆ และไม่มีโครงสร้างหรือองค์ประกอบภายใน แต่โปรตอนและนิวตรอนมีองค์ประกอบภายใน จึงไม่เป็นอนุภาคมูลฐาน จากนั้น ครูใช้รูป 20.43 นำอภิปรายเกี่ยวกับช่วงเวลาของการค้นพบอนุภาคมูลฐานต่าง ๆ
31. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาค โดยให้นักเรียนเลือกศึกษาหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งต่อไปนี้
 - ก. ประวัติการค้นพบและสมบัติของอนุภาคมูลฐานอย่างน้อย 5 อนุภาค
 - ข. การจัดกลุ่มของอนุภาคมูลฐานในแบบจำลองมาตรฐาน และการอธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาของอนุภาคมูลฐานโดยอาศัยแบบจำลองมาตรฐาน
 - ค. ประโยชน์ที่ได้จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค อย่างน้อย 5 ตัวอย่าง
 ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลในหัวข้อที่เลือก แล้วให้นักเรียนอภิปรายและสรุปภายในกลุ่ม แล้วเตรียมตัวนำเสนอ จากนั้นให้นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้น

32. หลังการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเกี่ยวกับการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค อนุภาคมูลฐาน แบบจำลองมาตรฐาน และประโยชน์ที่ได้จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

33. ครูสรุปผลการศึกษาจากกิจกรรมทั้งหมด ดังนี้

ในการศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานของสสาร นอกจาก โปรตอน นิวตรอน และ อิเล็กตรอน นักฟิสิกส์ยังได้มีการค้นพบอนุภาคอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก โดยอาศัยเครื่องมือที่สำคัญ 2 ชนิด คือ เครื่องเร่งอนุภาค (particle accelerator) และ เครื่องตรวจจับอนุภาค (particle detector) เช่น การใช้เครื่องตรวจจับอนุภาคห้องหมอก (cloud chamber) ค้นพบโพซิตรอน (positron) ซึ่งเป็นปฏิยานุภาค (antiparticle) ของอิเล็กตรอน หรือ การใช้เครื่องเร่งอนุภาคแนวตรงที่ยาวกว่า 3.2 กิโลเมตรค้นพบควาร์ก (quark) อนุภาคที่นักฟิสิกส์ค้นพบ มีทั้งอนุภาคที่ไม่มีองค์ประกอบภายใน เรียกว่า อนุภาคมูลฐาน (elementary particle) และ อนุภาคที่มีองค์ประกอบภายใน ซึ่ง สาขาทางฟิสิกส์ที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของอนุภาคต่าง ๆ และอันตรกิริยาที่อนุภาคเหล่านี้มีต่อกัน เรียกว่าสาขา ฟิสิกส์อนุภาค (particle physics)

แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ที่ใช้อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาระหว่างอนุภาคต่าง ๆ ได้รวบรวมไว้ในแบบจำลองที่เรียกว่า แบบจำลองมาตรฐาน (the Standard Model) ซึ่งได้แบ่งอนุภาคมูลฐานออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ อนุภาคสสาร (matter particle) อนุภาคสื่อแรง (force-carrier particle) และ อนุภาคฮิกส์โบซอน (Higgs boson) ในแบบจำลองมาตรฐาน ภายในโปรตอนและนิวตรอนประกอบด้วยควาร์ก (quark) ที่มีการแลกเปลี่ยนกลูออน (gluon) ระหว่างกัน ทำให้เกิดแรงเข้ม (strong force) ที่ยึดเหนี่ยวให้ควาร์กอยู่รวมกันโดยผลข้างเคียงของแรงเข้มระหว่างควาร์กทำให้มีแรงนิวเคลียร์ที่ยึดเหนี่ยวนิวคลีออนให้อยู่รวมกันในนิวเคลียส ส่วนการสลายให้บีตาเป็นกระบวนการที่ควาร์กในนิวคลีออนมีการเปลี่ยนชนิด โดยมีแรงอ่อน (weak force) มาเกี่ยวข้อง ทั้งนี้ แรงอ่อนมีตัวเบิกลูโบซอน (W-boson) และซีโบซอน (Z-boson) เป็นอนุภาคสื่อแรง

การค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค ได้นำไปสู่การประยุกต์ใช้ในด้าน ๆ ต่าง เช่น ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรม ด้านความปลอดภัย และ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

ขั้นประเมินผล

11. ครูให้นักเรียนทำคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.5

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนฟิสิกส์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สสวท.
2. อุปกรณ์สาธิตกิจกรรมกลุ่มสร้างเครื่องตรวจจับอนุภาคแบบห้องหมอก

9. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)		
1. อธิบายพฤติกรรมและอันตรกิริยาของอนุภาคมูลฐานโดยอาศัยแบบจำลองมาตรฐานได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.5	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของฟิสิกส์อนุภาค ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.5 ได้ ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านทักษะกระบวนการ (P)		
1. ยกตัวอย่างการค้นคว้าวิจัยที่ค้นพบอนุภาคมูลฐานได้ 2. ระบุชนิดและสมบัติของอนุภาคมูลฐานได้ 3. ยกตัวอย่างประโยชน์ที่ได้จากการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคได้	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.5	- นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับหลักการของฟิสิกส์อนุภาค ร้อยละ 80 - นักเรียนตอบคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.5 ได้ ถูกต้องร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ (A)		
1. ใฝ่เรียนรู้และมีวินัย	- การทำกิจกรรมการทดลอง - คำถามในชั้นเรียน - คำถามตรวจสอบความเข้าใจและแบบฝึกหัด 20.5	- นักเรียนทำกิจกรรมทั้งหมดได้อย่างครบถ้วนและส่งตรงเวลาร้อยละ 80

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.5

1. โปรตอนและนิวตรอนเป็นอนุภาคมูลฐานหรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

2. หลักฐานที่ยืนยันการค้นพบปฏิยานุภาคของอิเล็กตรอนคืออะไร

.....

.....

3. เพราะเหตุใดนักฟิสิกส์จึงทำนายว่ามีนิวทริโนอยู่ในธรรมชาติ

.....

.....

4. ในแบบจำลองมาตรฐาน มีการจัดกลุ่มอนุภาคมูลฐานออกเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง

.....

.....

5. การยึดเหนี่ยวกันของควาร์กเกี่ยวข้องกับอนุภาคสื่อแรงชนิดใดและแรงพื้นฐานแรงใด

.....

.....

6. ในแบบจำลองมาตรฐาน การสลายให้ปิตาทำให้ควาร์กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเกี่ยวข้องกับอนุภาคสื่อแรงชนิดใด

.....

.....

7. จงยกตัวอย่างประโยชน์ที่ได้จากค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง

.....

.....

เฉลยคำถามตรวจสอบความเข้าใจ 20.5

1. โปรตอนและนิวตรอนเป็นอนุภาคมูลฐานหรือไม่ จงอธิบาย

ตอบ โปรตอนและนิวตรอนไม่เป็นอนุภาคมูลฐาน เพราะโปรตอนและนิวตรอนต่างประกอบไปด้วยควาร์ก โดยโปรตอนประกอบไปด้วยควาร์กอัพ 2 อนุภาค และควาร์กดาวน์ 1 อนุภาค ส่วนนิวตรอนประกอบด้วยควาร์กอัพ 1 อนุภาค และควาร์กดาวน์ 2 อนุภาค

2. หลักฐานที่ยืนยันการค้นพบปฏิยานุภาคของอิเล็กตรอนคืออะไร

ตอบ หลักฐานที่ยืนยันการค้นพบโพสิตรอน ซึ่งเป็นปฏิยานุภาคของอิเล็กตรอน คือภาพแสดงรอยทางของการเคลื่อนที่ของโพสิตรอนในเครื่องตรวจจับอนุภาคแบบห้องหมอก ซึ่งมีลักษณะเป็นแนวโค้ง

3. เพราะเหตุใดนักฟิสิกส์จึงทำนายว่ามีนิวทริโนอยู่ในธรรมชาติ

ตอบ เพราะในการสลายให้บีตา มีพลังงานส่วนหนึ่งหายไป นักฟิสิกส์จึงได้ทำนายว่ามีอนุภาคชนิดใหม่ นำพลังงานส่วนนี้ออกไป ซึ่งอนุภาคชนิดใหม่นี้ ได้รับการให้ชื่อเรียกว่านิวทริโน

4. ในแบบจำลองมาตรฐาน มีการจัดกลุ่มอนุภาคมูลฐานออกเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง

ตอบ ในแบบจำลองมาตรฐาน ได้จัดกลุ่มอนุภาคมูลฐานออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ อนุภาคสาร อนุภาคสื่อแรง และ อนุภาคฮิกส์โบซอน

5. การยึดเหนี่ยวกันของควาร์กเกี่ยวข้องกับอนุภาคสื่อแรงชนิดใดและแรงพื้นฐานแรงใด

ตอบ การยึดเหนี่ยวกันของควาร์กเกี่ยวข้องกับอนุภาคสื่อแรง ชื่อ กลูออน และ เกี่ยวข้องกับแรงเข้ม

6. ในแบบจำลองมาตรฐาน การสลายให้บีตาทำให้ควาร์กมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเกี่ยวข้องกับอนุภาคสื่อแรงชนิดใด

ตอบ ในแบบจำลองมาตรฐาน การสลายให้บีตาทำให้ควาร์กมีการเปลี่ยนชนิด จากควาร์กดาวน์เปลี่ยนไปเป็นควาร์กอัพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับอนุภาคสื่อแรงชื่อดับเบิลยูโบซอนลบ

7. จงยกตัวอย่างประโยชน์ที่ได้จากค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาคมาอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง

ตอบ

1. การใช้โปรตอนพลังงานสูงในการรักษาโรคมะเร็งที่เรียกว่าการบำบัดด้วยโปรตอน
2. การใช้เครื่องเร่งอนุภาคในการผลิตชิปในคอมพิวเตอร์ให้มีคุณภาพดีขึ้น

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(.....)