

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

อะตอมและตารางธาตุ

เวลา 35 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. สืบค้นข้อมูล สมบัติฐาน การทดลอง หรือผลการทดลองที่เป็นประจักษ์พยานในการเสนอแบบจำลองอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ และอธิบายวิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
6. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ และระบุจำนวนโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอนของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ รวมทั้งบอกความหมายของไอโซโทป
7. อธิบายและเขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก และระดับพลังงานย่อยเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ
8. ระบุหมู่ คาบ ความเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะของธาตุเรฟรีเซนเททีฟ และธาตุแทรนซิชันในตารางธาตุ
9. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ
10. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชัน และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟรีเซนเททีฟ
11. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี
12. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. สารการเรียนรู้

2.1 สารการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 1) นักวิทยาศาสตร์ศึกษาโครงสร้างของอะตอม และเสนอแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ จากการศึกษาข้อมูล การสังเกต การตั้งสมมติฐาน และผลการทดลอง
- 2) แบบจำลองอะตอมมีวิวัฒนาการ โดยเริ่มจากดอลตันเสนอว่าธาตุประกอบด้วยอะตอมซึ่งเป็นอนุภาคขนาดเล็ก ไม่สามารถแบ่งแยกได้ ต่อมาทอมสันเสนอว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบ เรียกว่า อิเล็กตรอน และอนุภาคประจุบวก รัทเทอร์ฟอร์ดเสนอว่าประจุบวกที่เรียกว่า โปรตอน รวมตัวกันอยู่ตรงกึ่งกลางอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และมีอิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียส โบล์เสนอว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงรอบนิวเคลียส โดยแต่ละวงมีระดับพลังงานเฉพาะตัว ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่รวดเร็วรอบนิวเคลียส และไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้ จึงเสนอแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก ซึ่งแสดงโอกาสการพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส

- 3) สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุประกอบด้วยสัญลักษณ์ธาตุ เลขอะตอม ซึ่งแสดงจำนวนโปรตอน และเลขมวลซึ่งแสดงผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอน อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่มีจำนวนโปรตอนเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน เรียกว่า ไอโซโทป
- 4) การศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของอะตอมแก๊สทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนจัดเรียงอยู่รอบ ๆ นิวเคลียสในระดับพลังงานหลักต่าง ๆ และแต่ละระดับพลังงานหลักยังแบ่งเป็นระดับพลังงานย่อย ซึ่งมีบริเวณที่จะพบอิเล็กตรอน เรียกว่า ออร์บิทัล ได้แตกต่างกัน และอิเล็กตรอนจะจัดเรียงในออร์บิทัลให้มีระดับพลังงานต่ำที่สุดสำหรับอะตอมในสถานะพื้น
- 5) ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและสมบัติที่คล้ายคลึงกันเป็นหมู่และคาบ โดยอาจแบ่งธาตุในตารางธาตุเป็นกลุ่มธาตุโลหะ กึ่งโลหะ และอโลหะ นอกจากนี้ อาจแบ่งเป็นกลุ่มธาตุเรฟริเซนเททีฟและกลุ่มธาตุแทรนซิชัน
- 6) ธาตุเรฟริเซนเททีฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ธาตุเรฟริเซนเททีฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกันตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไปตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโทรเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน
- 7) ธาตุแทรนซิชันเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรฟริเซนเททีฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่จะมีสี
- 8) ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุมีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียสไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นระยะเวลาที่ไอโซโทป กัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี
- 9) สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสี ซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม

2.2 สารการเรียนรู้ท้องถิ่น

(พิจารณาตามหลักสูตรสถานศึกษา)

3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ธาตุต่าง ๆ จะมีอนุภาคที่เล็กมาก เรียกว่า อะตอม ภายในโครงสร้างอะตอมของธาตุต่าง ๆ ประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน และจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถช่วยอธิบายสมบัติทางเคมีของสาร และก่อให้เกิดประโยชน์มากมาย

นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาโครงสร้างอะตอมโดยสร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ เช่น แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอก ซึ่งจากการศึกษาทำให้เกิดพัฒนาการอย่างต่อเนื่องของการศึกษาโครงสร้างของอะตอม และอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

จากการศึกษาแบบจำลองอะตอม ทำให้ทราบว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ล้อมรอบนิวเคลียสเป็นระดับพลังงานที่มีค่าจำเพาะ โดยในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอนไม่เกิน $2n^2$ เมื่อ n คือ ระดับชั้นพลังงาน และในการจัดเรียงอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนชั้นนอกสุดที่เรียกว่า เวเลนซ์อิเล็กตรอน ต้องไม่เกิน 8 อิเล็กตรอน

การค้นพบธาตุจำนวนมากที่มีสมบัติแตกต่างกัน ทำให้ยากต่อการศึกษา นักวิทยาศาสตร์จึงได้จัดจำแนกหมวดหมู่ของธาตุ โดยจัดธาตุที่มีสมบัติคล้ายคลึงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยนำเสนอในรูปแบบของตารางธาตุที่แสดงสมบัติทางเคมี และสมบัติทางกายภาพของธาตุไว้อย่างชัดเจน ซึ่งสามารถนำมาใช้อธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ของธาตุในการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารได้

ธาตุเรฟริเซนเททีฟในหมู่เดียวกันจะมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ทำให้ธาตุเรฟริเซนเททีฟมีสมบัติคล้ายคลึงกันตามหมู่และตามคาบ

ธาตุทรานซิชันเป็นโลหะ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูง เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่จะมีสี

ธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้ โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม

สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้หลากหลาย

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 5) ทักษะการทดลอง 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 8) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ผังมโนทัศน์ เรื่อง แบบจำลองอะตอมของธาคู

รายงานการทดลอง เรื่อง การศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบ และสเปกตรัมของธาตุบางชนิด

ผังมโนทัศน์ เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน

ผังมโนทัศน์ เรื่อง วิวัฒนาการของตารางธาตุ

ผังสรุปความรู้ เรื่อง สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ

รายงานการทดลอง เรื่อง การศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมและแมงกานีส

ผังมโนทัศน์ เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน

ผังมโนทัศน์ เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี

ผังมโนทัศน์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน (รวบยอด)	- ตรวจสอบผังมโนทัศน์ เรื่อง แบบจำลอง อะตอมของธาคู	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจสอบรายงานการ ทดลอง เรื่อง การศึกษาสีของเปลว ไฟจากสารประกอบ และสเปกตรัมของ ธาตุบางชนิด	- แบบประเมินการ ปฏิบัติการ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจสอบผังมโนทัศน์ เรื่อง การจัดเรียง อิเล็กตรอน	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจสอบผังมโนทัศน์ เรื่อง วิวัฒนาการของ ตารางธาตุ	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
	- ตรวจสอบผังสรุปความรู้ เรื่อง สมบัติของธาตุ ตามหมู่และตามคาบ	- แบบประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบรายงานการทดลอง เรื่อง การศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมและแมงกานีส - ตรวจสอบโน้ตค้นเรื่อง ธาตุแทรนซิชัน - ตรวจสอบโน้ตค้นเรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี - ตรวจสอบโน้ตค้นเรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินการปฏิบัติการ - แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน - แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน 	<p>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</p> <p>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</p> <p>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</p> <p>ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์</p>
6.2 การประเมินก่อนเรียน - แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ	ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียน	ประเมินตามสภาพจริง
6.3 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) แบบจำลองอะตอม	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบใบงานที่ 2.1-2.2 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบงานที่ 2.1-2.2 - แบบฝึกหัด 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การจัดเรียงอิเล็กตรอน	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบใบงานที่ 2.3-2.5 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบงานที่ 2.3-2.5 - แบบฝึกหัด 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3) ตารางธาตุ	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบใบงานที่ 2.6 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบงานที่ 2.6 - แบบฝึกหัด 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
4) สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบใบงานที่ 2.7-2.8 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบงานที่ 2.7-2.8 - แบบฝึกหัด 	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
5) ธาตุแทรนซิชั่น	- ตรวจสอบงานที่ 2.9 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.9 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
6) ธาตุกัมมันตรังสี	- ตรวจสอบงานที่ 2.10 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.10 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
7) ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- ตรวจสอบงานที่ 2.11 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.11 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
8) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
9) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
10) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
11) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัยใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6.4 การประเมินหลังเรียน - แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ	ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

7. กิจกรรมการเรียนรู้

- **แผนฯ ที่ 1 : แบบจำลองอะตอม**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 8 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 2 : การจัดเรียงอิเล็กตรอน**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 3 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 3 : ตารางธาตุ**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 3 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 4 : สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 6 ชั่วโมง

- **แผนฯ ที่ 5 : ธาตุแทรนซิชั่น**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 5 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 6 : ธาตุกัมมันตรังสี**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 7 ชั่วโมง
- **แผนฯ ที่ 7 : ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม**
วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es Instructional Model) เวลา 3 ชั่วโมง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 2) หนังสือแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 3) ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน
- 4) ใบความรู้ที่ 2.2 เรื่อง ตารางธาตุ
- 5) ใบงานที่ 2.1 เรื่อง วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม
- 6) ใบงานที่ 2.2 เรื่อง แบบจำลองอะตอมของธาคู
- 7) ใบงานที่ 2.3 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน 1
- 8) ใบงานที่ 2.4 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน 2
- 9) ใบงานที่ 2.5 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน 3
- 10) ใบงานที่ 2.6 เรื่อง ตารางธาตุ
- 11) ใบงานที่ 2.7 เรื่อง สมบัติของธาตุในตารางธาตุ
- 12) ใบงานที่ 2.8 เรื่อง เลขออกซิเดชัน
- 13) ใบงานที่ 2.9 เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่น
- 14) ใบงานที่ 2.10 เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี
- 15) ใบงานที่ 2.11 เรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 16) PowerPoint เรื่อง แบบจำลองอะตอมของโบร์
- 17) PowerPoint เรื่อง แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
- 18) PowerPoint เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอน
- 19) PowerPoint เรื่อง ตารางธาตุ
- 20) PowerPoint เรื่อง ปฏิกิริยาฟิชชัน
- 21) PowerPoint เรื่อง ปฏิกิริยาฟิวชัน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 3) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ
- 4)

แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ใครนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมว่า “อะตอมเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ไม่สามารถแบ่งแยกออกได้อีก และไม่สามารถถูกสร้างขึ้นหรือทำลายได้”
 1. นีลส์ โบร์
 2. จอห์น ดอลตัน
 3. เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน
 4. ลอร์ด เออร์เนส รัทเทอร์ฟอร์ด
 5. ดิมิทรี อิวาโนวิช เมนเดเลเยฟ
2. ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของทอมสันและรัทเทอร์ฟอร์ด
 1. จำนวนอนุภาคที่อยู่ในอะตอม
 2. ชนิดของอนุภาคที่อยู่ในอะตอม
 3. ประจุของอนุภาคที่อยู่ในอะตอม
 4. ขนาดของอนุภาคที่อยู่ในอะตอม
 5. ตำแหน่งของอนุภาคที่อยู่ในอะตอม
3. ถ้า n แทนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอม เวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมที่มีเลขอะตอม 20 อยู่ในระดับพลังงานใด
 1. $n = 2$
 2. $n = 3$
 3. $n = 4$
 4. $n = 5$
 5. $n = 7$
4. ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 2 และมีเลขอะตอม 38 มีการจัดอิเล็กตรอนของธาตุดังต่อไปนี้
 1. 2 8 18 8 2
 2. 2 8 8 18 2
 3. 2 2 18 8 8
 4. 2 18 8 8 2
 5. 2 8 18 18 8 2
5. ตารางธาตุในปัจจุบันเรียงลำดับตามสมบัติในข้อใด
 1. เลขอะตอม
 2. มวลอะตอม
 3. สมบัติของธาตุ
 4. จำนวนนิวตรอน
 5. จำนวนอิเล็กตรอน
6. พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุในข้อใดเพิ่มขึ้นตามลำดับ
 1. N C B
 2. Cl S P
 3. Li Na K
 4. F Ne Na
 5. Ca Mg Be
7. ธาตุหมู่ 6 มีความเป็นโลหะมากขึ้นหรือลดลงตามแนวตั้งของหมู่ธาตุดังไร
 1. ลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น
 2. เพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น
 3. ลดลง เมื่อค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์เพิ่มขึ้น
 4. เพิ่มขึ้น เมื่อค่าศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์เพิ่มขึ้น
 5. ไม่เกี่ยวข้องกัน เนื่องจากธาตุหมู่ 6 เป็นอโลหะ
8. ธาตุในข้อใดจัดเป็นโลหะทรานซิชัน
 1. เหล็ก (Fe)
 2. กำมะถัน (S)
 3. รูบิเดียม (Rb)
 4. แคลเซียม (Ca)
 5. อะลูมิเนียม (Al)
9. ข้อใดเรียงลำดับอำนาจทะลุทะลวงผ่านของกัมมันตภาพรังสีจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง
 1. บีตา แอลฟา แกมมา
 2. แอลฟา บีตา แกมมา
 3. แกมมา บีตา แอลฟา
 4. บีตา แกมมา แอลฟา
 5. แอลฟา แกมมา บีตา
10. ข้อใดคือประโยชน์ของธาตุทองแดง
 1. ใช้ทำสายไฟฟ้า
 2. ใช้ในกิจการภาพถ่าย
 3. ใช้บรรจุในหลอดไฟฟ้า
 4. ใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร
 5. ควบคุมการทำงานของระบบประสาท

เฉลย

1. 2

2. 5

3. 3

4. 1

5. 1

6. 5

7. 2

8. 1

9. 2

10. 1

แบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ใครนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับอะตอมว่า “อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลาง และมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่บริเวณรอบๆ”
 1. นีลส์ โบล์
 2. จอห์น ดอลตัน
 3. เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน
 4. ลอร์ด เออร์เนส รัทเทอร์ฟอร์ด
 5. ดิมิทรี อิวาโนวิช เมนเดเลเยฟ
2. ผลการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ดในข้อใดไม่สอดคล้องกับแบบจำลองอะตอมของทอมสัน
 1. อนุภาคแอลฟาบางอนุภาคถูกดุดกคืน
 2. อนุภาคแอลฟาวิ่งชนแผ่นทองคำแล้วสะท้อนกลับ
 3. อนุภาคแอลฟาผ่านทะลุแผ่นทองคำมีลักษณะเป็นเส้นตรง
 4. อนุภาคแอลฟาผ่านทะลุแผ่นทองคำไปได้ แต่มีการเบี่ยงเบน
 5. ไม่มีข้อใดถูกต้อง
3. ถ้าธาตุชนิดหนึ่งมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 และอยู่ในระดับพลังงาน $n = 3$ ธาตุนี้จะมีเลขอะตอมเท่าใด
 1. 2
 2. 12
 3. 20
 4. 38
 5. 56
4. ธาตุที่มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น 2 8 18 8 1 จะมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนและมีเลขอะตอมเท่าใด ตามลำดับ
 1. 1 และ 19
 2. 5 และ 19
 3. 1 และ 37
 4. 5 และ 37
 5. 1 และ 55
5. ตารางธาตุของจอห์น นิวแลนด์ เรียงลำดับธาตุตามสมบัติในข้อใด
 1. เลขอะตอม
 2. มวลอะตอม
 3. สมบัติของธาตุ
 4. จำนวนนิวตรอน
 5. จำนวนอิเล็กตรอน
6. อิเล็กโทรเนกาติวิตีของธาตุในข้อใดเพิ่มขึ้น ตามลำดับ
 1. N C B
 2. F O Be
 3. O S Se
 4. Rb K Na
 5. Be Mg Ca
7. ธาตุใดมีขนาดอะตอมใหญ่ที่สุด
 1. โบรมีน
 2. คริปทอน
 3. แคลเซียม
 4. โพแทสเซียม
 5. เจอร์เมเนียม
8. ธาตุในข้อใดไม่จัดเป็นโลหะทรานซิชัน
 1. เหล็ก (Fe)
 2. สังกะสี (Zn)
 3. โครเมียม (Cr)
 4. ทองแดง (Cu)
 5. อะลูมิเนียม (Al)
9. ข้อใดเรียงลำดับอำนาจทะลุทะลวงผ่านของกัมมันตภาพรังสีจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง
 1. บีตา แอลฟา แกมมา
 2. แอลฟา บีตา แกมมา
 3. แกมมา บีตา แอลฟา
 4. บีตา แกมมา แอลฟา
 5. แอลฟา แกมมา บีตา
10. ข้อใดคือประโยชน์ของธาตุสังกะสี
 1. ใช้ทำสายไฟฟ้า
 2. ใช้ทำกล่องถ่านไฟฉาย
 3. ใช้บรรจุในหลอดไฟฟ้า
 4. ใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร
 5. ควบคุมการทำงานของระบบประสาท

เฉลย

1. 4 2. 2 3. 3 4. 3 5. 2 6. 4 7. 4 8. 5 9. 1 10. 2

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

10. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้
.....
.....
- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
.....
.....
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
.....
.....
- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์
.....
.....
- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))
.....
.....

- ปัญหา/อุปสรรค
.....
.....
- แนวทางการแก้ไข
.....
.....

แบบประเมินการปฏิบัติการ แผนฯ ที่ 1, 5

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติการของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การออกแบบการทดลอง				
2	การดำเนินการทดลอง				
3	การนำเสนอ				
	รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการ

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การออกแบบการทดลอง	เข้าใจปัญหาตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้อง แสดงถึงความคิดริเริ่ม	เข้าใจปัญหาตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธีถูกต้อง	เข้าใจปัญหาตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ออกแบบการทดลองและใช้เทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง	เข้าใจปัญหาตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง ต้องอาศัยคำแนะนำในการออกแบบการทดลอง
2. การดำเนินการทดลอง	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง มีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ละเอียดรอบคอบ ครบถ้วนตามที่ต้องการ	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง แต่ไม่มีการทำซ้ำ และการเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนตามที่ต้องการ	การดำเนินการทดลองมีขั้นตอนถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และการเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนตามที่ต้องการ	การดำเนินการทดลองไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และการเก็บข้อมูลไม่ครบถ้วน
3. การนำเสนอ	เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอ วิเคราะห์ข้อมูลได้ ครบถ้วนเหมาะสม สรุปผลการทดลองถูกต้อง มีการนำเหตุผลและความรู้มา อ้างอิงประกอบ การสรุป	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วน วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วน สรุปผลการทดลองถูกต้อง มีการนำเหตุผลและความรู้มา อ้างอิงประกอบ การสรุปผลการทดลอง	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลได้ครบถ้วน นำเสนอผลการทดลองถูกต้อง	นำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูล ไม่ครบถ้วน สรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-12	ดีมาก
9-10	ดี
6-8	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

แบบประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด) แผนฯ ที่ 1-7

แบบประเมินผังมโนทัศน์/ผังสรุปความรู้

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินชิ้นงาน/ภาระงานของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความสอดคล้องกับจุดประสงค์				
2	ความถูกต้องของเนื้อหา				
3	ความคิดสร้างสรรค์				
4	ความตรงต่อเวลา				
รวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การประเมินผังมโนทัศน์/ผังสรุปความรู้

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีความคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-16	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ความคิดสร้างสรรค์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	วิธีการนำเสนอผลงาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	การนำไปใช้ประโยชน์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

- | | | | |
|--|-----|---|-------|
| ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน | ให้ | 3 | คะแนน |
| ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่ | ให้ | 2 | คะแนน |
| ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน | ให้ | 1 | คะแนน |

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	ความมีน้ำใจ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
รวม				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล ของนักเรียน	การแสดง ความคิดเห็น			การยอมรับ ฟังคนอื่น			การทำงาน ตามที่ได้รับ มอบหมาย			ความมีน้ำใจ			การมี ส่วนร่วมใน การปรับปรุง ผลงานกลุ่ม			รวม 15 คะแนน	
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1		

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

- | | | | |
|--------------------------------------|-----|---|-------|
| ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ | ให้ | 3 | คะแนน |
| ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง | ให้ | 2 | คะแนน |
| ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง | ให้ | 1 | คะแนน |

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้าน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 ยืนตรงเคารพธงชาติ และร้องเพลงชาติได้			
	1.2 เข้าร่วมกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง และเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียน			
	1.3 เข้าร่วมกิจกรรมทางศาสนาที่ตนนับถือ ปฏิบัติตามหลักศาสนา			
	1.4 เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับสถาบันพระมหากษัตริย์ตามที่โรงเรียนจัดขึ้น			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ปฏิบัติในสิ่งที่ถูกต้อง			
3. มีวินัย รับผิดชอบ	3.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของครอบครัว มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	4.2 รู้จักจัดสรรเวลาให้เหมาะสม			
	4.3 เชื่อมโยงคำสั่งสอนของบิดา-มารดา โดยไม่ได้แย้ง			
	4.4 ตั้งใจเรียน			
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด			
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า			
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน			
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย			
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย			
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักช่วยพ่อแม่ ผู้ปกครอง และครูทำงาน			
	8.2 รู้จักการดูแลรักษาทรัพย์สินสมบัติและสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนและโรงเรียน			

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
51-60	ดีมาก
41-50	ดี
30-40	พอใช้
ต่ำกว่า 30	ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ

เวลา 6 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

9. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติต่าง ๆ ของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบได้ (K)
2. วิเคราะห์และบอกแนวโน้มสมบัติต่าง ๆ ของธาตุเรฟรีเซนเททีฟตามหมู่และตามคาบได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)

3. สารการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
<p>- ธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ธาตุเรฟรีเซนเททีฟมีสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกันตามหมู่ และมีแนวโน้มสมบัติบางประการเป็นไปตามหมู่และตามคาบ เช่น ขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโทรเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน</p>	<p>พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา</p>

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด


ธาตุเรฟรีเซนเททีฟในหมู่เดียวกันจะมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน และธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานหลักเดียวกัน ทำให้ธาตุเรฟรีเซนเททีฟมีสมบัติคล้ายคลึงกันตามหมู่และตามคาบ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
<ol style="list-style-type: none"> 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด <ol style="list-style-type: none"> 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
3) ทักษะการวิเคราะห์ 4) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนในชั่วโมงนี้ โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิด เช่น
 - เพราะเหตุใดธาตุในหมู่เดียวกันจึงมีสมบัติที่คล้ายคลึงกัน
(แนวตอบ : เพราะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากัน)
 - นักเรียนคิดว่า ธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างใด เพราะเหตุใด
(แนวตอบ : ธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันจะมีสมบัติคล้ายคลึงกัน เนื่องจากมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานหลักเดียวกัน)

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วศึกษาเรื่อง ขนาดอะตอมและรัศมีไอออน จากหนังสือเรียน เคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 52-55 แล้วสรุปความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกของนักเรียน
- ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 คู่ ออกมาสรุปความรู้ เรื่อง ขนาดอะตอมและรัศมีไอออน ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง ขนาดอะตอมและรัศมีไอออน เช่น
 - ธาตุเรฟรีเจนเททที่มีแนวโน้มของขนาดอะตอมตามหมู่และตามคาบเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : ในหมู่เดียวกัน อะตอมจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น ในคาบเดียวกัน อะตอมจะมีขนาดเล็กลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น)

2) แนวโน้มของรัศมีไอออนของธาตุเรฟรีเซนเททีฟเป็นอย่างไร

(แนวตอบ : เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน ไอออนบวกจะมีขนาดเล็กกว่าไอออนลบ และไอออนบวกที่มีประจุมากจะมีขนาดเล็กกว่าไอออนบวกที่มีประจุน้อย แต่ไอออนลบที่มีประจุมากจะมีขนาดใหญ่กว่าไอออนลบที่มีประจุน้อย)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับขนาดอะตอมและรัศมีไอออน ซึ่งเมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้วนักเรียนควรสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

- อะตอมของธาตุในหมู่เดียวกันจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เพราะการเพิ่มของจำนวนระดับพลังงานมีผลต่อขนาดอะตอมมากกว่าการเพิ่มจำนวนโปรตอนในนิวเคลียส
- อะตอมของธาตุในหมู่เดียวกันจะมีขนาดเล็กลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เพราะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน แต่มีโปรตอนในนิวเคลียสมากขึ้น ธาตุที่มีจำนวนโปรตอนมากกว่าจะดึงดูดเวเลนซ์อิเล็กตรอนให้เข้าใกล้นิวเคลียสได้มากกว่า ขนาดอะตอมจึงเล็กกว่า
- ไอออนบวกจะมีขนาดเล็กกว่าอะตอมเดิม เนื่องจากอะตอมเสียอิเล็กตรอนไป แรงดึงดูดระหว่างประจุในนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนจึงเพิ่มขึ้น
- ไอออนลบจะมีขนาดใหญ่กว่าอะตอมเดิม เนื่องจากมีจำนวนอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น ขอบเขตกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจึงขยายออกไปจากเดิม
- รัศมีไอออนของธาตุในหมู่เดียวกันจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น
- เมื่อมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือนกัน ไอออนบวกที่มีประจุมากจะมีขนาดเล็กกว่าไอออนบวกที่มีประจุน้อย แต่ไอออนลบที่มีประจุมากจะมีขนาดใหญ่กว่าไอออนลบที่มีประจุน้อย

ชั่วโมงที่ 2

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการเกิดสเปกตรัม ว่าเส้นสเปกตรัมเกิดจากพลังงานที่อิเล็กตรอนคายออกมาเมื่อจะเปลี่ยนระดับชั้นพลังงานจากระดับสูงไประดับต่ำ แต่อิเล็กตรอนไม่ได้หลุดไปจากอะตอมด้วย ซึ่งการจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกไปจากอะตอมได้ ต้องใช้พลังงานที่สูงกว่าการทำให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับชั้นพลังงาน เรียกว่า พลังงานไอออไนเซชัน
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วศึกษาเรื่อง พลังงานไอออไนเซชัน จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 55-57 แล้วสรุปความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกของนักเรียน
3. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนอีก 2 คู่ ออกมาสรุปความรู้ เรื่อง พลังงานไอออไนเซชัน ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง พลังงานไอออไนเซชัน เช่น

1) พลังงานไอออไนเซชันคืออะไร

(แนวตอบ : พลังงานไอออไนเซชัน คือ ค่าพลังงานที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการดึงอิเล็กตรอนให้หลุดออกจากอะตอมในสถานะแก๊ส)

2) ธาตุเรพรีเซนเททีฟมีแนวโน้มของพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ตามหมู่และตามคาบเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : ในหมู่เดียวกัน พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 (IE_1) จะลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น
ในคาบเดียวกัน พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 (IE_1) จะเพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานไอออไนเซชัน ซึ่งเมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้
- พลังงานไอออไนเซชันเป็นพลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมในสถานะแก๊ส ซึ่งพลังงานไอออไนเซชันจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างโปรตอนในนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน ถ้าอิเล็กตรอนได้รับแรงดึงดูดจากนิวเคลียสมาก พลังงานไอออไนเซชันก็จะสูง
 - ธาตุที่มีหลายอิเล็กตรอนจะมีพลังงานไอออไนเซชันได้หลายค่า โดยพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 จะมีค่าน้อยกว่าลำดับสูงขึ้นไป
 - อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานเดียวกันจะมีค่าพลังงานไอออไนเซชันใกล้เคียงกัน แต่ถ้าอยู่ในระดับพลังงานต่างกัน ค่าพลังงานไอออไนเซชันก็จะต่างกันมาก
 - พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุในหมู่เดียวกันจะมีค่าลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เนื่องจากอะตอมมีขนาดใหญ่ขึ้น เวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ห่างจากโปรตอนมากขึ้น
 - พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุในคาบเดียวกันจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างโปรตอนและอิเล็กตรอนมีค่ามากขึ้น

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการรวมตัวของอะตอมของธาตุเกิดเป็นโมเลกุลของสารประกอบ โดยการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วศึกษาเรื่อง อิเล็กโทรเนกาติวิตี จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 57-58 แล้วสรุปความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกของนักเรียน
3. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนอีก 2 คู่ ออกมาสรุปความรู้ เรื่อง อิเล็กโทรเนกาติวิตี ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง อิเล็กโทรเนกาติวิตี เช่น
 - 1) อิเล็กโทรเนกาติวิตีคืออะไร
(แนวตอบ : อิเล็กโทรเนกาติวิตี คือ ค่าความสามารถของอะตอมในการดึงดูดอิเล็กตรอนของอะตอมคู่ที่เกิดพันธะ)
- 2) ธาตุเรพรีเซนเททีฟมีแนวโน้มของค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีตามหมู่และตามคาบเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : ในหมู่เดียวกัน ค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี (EN) จะลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น
ในคาบเดียวกัน ค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี (EN) จะเพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับค่าอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวติว ซึ่งเมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้
- ค่าอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวติวของเราจะขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนคู่ที่ใช้ร่วมกันของอะตอมคู่หนึ่ง ๆ
 - ค่าอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวติวของเราในหมู่เดียวกันจะมีค่าลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เนื่องจากอะตอมมีขนาดใหญ่ขึ้น
 - ค่าอิเล็กทรอนิกส์ทรานสดิวติวของเราในคาบเดียวกันจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กลง

ชั่วโมงที่ 4

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วศึกษาเรื่อง สัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 58-59 แล้วสรุปความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกของนักเรียน
2. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนอีก 2 คู่ ออกมาสรุปความรู้ เรื่อง สัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง สัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ เช่น
 - 1) สัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ คืออะไร
(แนวตอบ : สัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ คือ ค่าพลังงานที่คายออกมาเมื่ออะตอมในสถานะแก๊สได้รับ อิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน)
 - 2) ทรานสดิวติวทรานสเวทที่มีแนวโน้มของสัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ตามหมู่และตามคาบเป็นอย่างไร
(แนวตอบ : ในหมู่เดียวกัน ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ (EA) จะลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น ในคาบเดียวกัน ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ (EA) จะเพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้
 - ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์เป็นค่าความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของเรา ซึ่งคือ พลังงานคายออกมาเมื่ออะตอมในสถานะแก๊สได้รับอิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน
 - อะตอมที่รับอิเล็กตรอนได้ดี จะคายพลังงานออกมามาก ทำให้มีค่าสัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์เป็นลบมาก ส่วนอะตอมที่รับอิเล็กตรอนได้ยาก จะคายพลังงานออกมาน้อย ทำให้มีค่าสัมพรรคภาพอิเล็กทรอนิกส์เป็นลบน้อย หรือเป็นบวก
 - เมื่อพิจารณาตามหมู่ ธาตุหมู่ 1A และ 2A มีแนวโน้มรับอิเล็กตรอนได้ยากจากบนลงล่าง ส่วนธาตุหมู่ 7A มีแนวโน้มรับอิเล็กตรอนได้ง่าย แต่การรับอิเล็กตรอนจะยากขึ้นจากบนลงล่าง ส่วนธาตุหมู่อื่นยังมีแนวโน้มไม่ชัดเจน

- เมื่อพิจารณาตามคาบ ธาตุหมู่ 1A-3A มีแนวโน้มรับอิเล็กตรอนได้ยาก โดยธาตุหมู่ 2A จะรับอิเล็กตรอนได้ยากที่สุด ส่วนธาตุหมู่ 4A-7A มีแนวโน้มรับอิเล็กตรอนได้ง่าย โดยธาตุหมู่ 7A จะรับอิเล็กตรอนได้ง่ายที่สุด
3. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.7 เรื่อง สมบัติของธาตุในตารางธาตุ

ชั่วโมงที่ 5

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้ความรู้ว่า โมเลกุลของสารจะมารวมตัวอยู่ร่วมกันกันจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกัน ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารจะมีผลต่อจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสาร
2. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วศึกษาเรื่อง จุดเดือดและจุดหลอมเหลว จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 59-61 แล้วสรุปความรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกของนักเรียน
3. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนอีก 2 คู่ ออกมาสรุปความรู้ เรื่อง จุดเดือดและจุดหลอมเหลว ให้เพื่อนฟังหน้าชั้นเรียน
4. ครูนำเข้าสู่การเรียนรู้เรื่อง เลขออกซิเดชัน โดยทบทวนความรู้เกี่ยวกับการให้และรับอิเล็กตรอนเกิดเป็นไอออน การใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเกิดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ และค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี
5. ครูให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนที่นั่งข้างกัน แล้วศึกษาเรื่อง เลขออกซิเดชัน จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 61-62

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่อง จุดเดือดและจุดหลอมเหลว และเลขออกซิเดชัน เช่น
 - 1) เพราะเหตุใดจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของธาตุหมู่ 4A จึงมีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน
(แนวตอบ : เนื่องจากธาตุหมู่ 4A มีโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่แตกต่างกัน จึงไม่สามารถสรุปแนวโน้มของจุดเดือดและจุดหลอมเหลวได้)
 - 2) ไฮโดรเจนมีเลขออกซิเดชันได้กี่ค่า อะไรบ้าง
(แนวตอบ : 2 ค่า คือ เมื่อรวมกับธาตุอโลหะ หรือกลุ่มของไอออนลบ จะมีเลขออกซิเดชัน +1 แต่ถ้ารวมกับธาตุโลหะ จะมีเลขออกซิเดชัน -1)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับจุดเดือดและจุดหลอมเหลว และเลขออกซิเดชัน ซึ่งเมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้
 - ในหมู่เดียวกัน ธาตุหมู่ 1A-3A จุดเดือดและจุดหลอมเหลวจะมีแนวโน้มลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น ธาตุหมู่ 4A จุดเดือดและจุดหลอมเหลวมีแนวโน้มไม่ชัดเจน ส่วนธาตุหมู่ 5A-8A จุดเดือดและจุดหลอมเหลวจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น

- ในคาบเดียวกัน ธาตุหมู่ 1A-4A จุดเดือดและจุดหลอมเหลวจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น โดยธาตุหมู่ 4A จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงที่สุด ส่วนธาตุหมู่ 5A-8A จุดเดือดและจุดหลอมเหลวจะมีแนวโน้มลดลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น
 - เลขออกซิเดชันเป็นตัวเลขที่แสดงถึงค่าประจุไฟฟ้าของอะตอมของธาตุในโมเลกุลของสารประกอบหรือไอออนของสารนั้น
3. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.8 เรื่อง เลขออกซิเดชัน

ชั่วโมงที่ 6

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่อง สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ จนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1
3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน สรุปความรู้เรื่อง สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ โดยนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ แล้วนำผลงานที่ได้มาติดที่บอร์ดหน้าชั้นเรียน

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.7 เรื่อง สมบัติของธาตุในตารางธาตุ
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.8 เรื่อง เลขออกซิเดชัน
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
5. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ	- ตรวจใบงานที่ 2.7-2.8 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.7-2.8 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	ระดับคุณภาพ 2

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
การทำงาน รายบุคคล	การทำงานรายบุคคล	การทำงานรายบุคคล	ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 3) ใบงานที่ 2.7 เรื่อง สมบัติของธาตุในตารางธาตุ
- 4) ใบงานที่ 2.8 เรื่อง เลขออกซิเดชัน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 2.7

เรื่อง สมบัติของธาตุในตารางธาตุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- ธาตุในหมู่เดียวกันจะมีแนวโน้มของขนาดอะตอมเป็นอย่างไร
.....
- ธาตุ A B และ C เป็นธาตุหมู่ 1A 2A และ 3A ตามลำดับ และอยู่ในคาบเดียวกัน จงเรียงลำดับสมบัติต่อไปนี้ จากมากไปน้อย
 - จุดหลอมเหลว
 - พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1
 - รัศมีไอออน
- K M N O P และ Q เป็นธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจากบนลงล่าง จงทำนายสมบัติของธาตุต่อไปนี้
 - ธาตุใดควรมีขนาดอะตอมเล็กที่สุด
 - ธาตุใดควรมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงที่สุด
 - ธาตุ P ควรมีพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 สูงหรือต่ำกว่าธาตุ F
- จงเรียงลำดับขนาดไอออนของไอออนต่อไปนี้ $_{12}\text{Mg}^{2+}$ $_{16}\text{S}^{2-}$ และ $_{19}\text{K}^+$ จากเล็กไปใหญ่
.....
- ธาตุชนิดหนึ่งมีค่าพลังงานไอออไนเซชัน ดังนี้ 0.79 1.57 2.23 14.13 17.23 20.08 23.56 26.67 27.95 29.91 32.52 80.25 90.29 MJ/mol
 - ธาตุนี้น่าจะเป็นธาตุใดในตารางธาตุ เพราะเหตุใด
 - ธาตุนี้น่าจะมีจำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมดเท่าใด
 - ธาตุนี้น่าจะมีเลขอะตอมเท่าใด
- ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุโลหะเป็นอย่างไร ธาตุโลหะใดที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงที่สุดในตารางธาตุ
.....

เรื่อง สมบัติของธาตุในตารางธาตุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- ธาตุในหมู่เดียวกันจะมีแนวโน้มของขนาดอะตอมเป็นอย่างไร
ธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกัน จะมีขนาดอะตอมใหญ่ขึ้น เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น
- ธาตุ A B และ C เป็นธาตุหมู่ 1A 2A และ 3A ตามลำดับ และอยู่ในคาบเดียวกัน จงเรียงลำดับสมบัติต่อไปนี้ จากมากไปน้อย
 - จุดหลอมเหลว $C > B > A$
 - พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 $C > B > A$
 - รัศมีไอออน $A > B > C$
- K M N O P และ Q เป็นธาตุที่อยู่ในหมู่เดียวกันจากบนลงล่าง จงทำนายสมบัติของธาตุต่อไปนี้
 - ธาตุใดควรมีขนาดอะตอมเล็กที่สุด K
 - ธาตุใดควรมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงที่สุด K
 - ธาตุ P ควรมีพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 สูงหรือต่ำกว่าธาตุ F สูงกว่า
- จงเรียงลำดับขนาดไอออนของไอออนต่อไปนี้ $_{12}\text{Mg}^{2+}$ $_{16}\text{S}^{2-}$ และ $_{19}\text{K}^+$ จากเล็กไปใหญ่
 $_{12}\text{Mg}^{2+} < _{19}\text{K}^+ < _{16}\text{S}^{2-}$
- ธาตุชนิดหนึ่งมีค่าพลังงานไอออไนเซชัน ดังนี้ 0.79 1.57 2.23 14.13 17.23 20.08 23.56 26.67 27.95 29.91 32.52 80.25 90.29 MJ/mol
 - ธาตุนี้น่าจะเป็นธาตุใดในตารางธาตุ เพราะเหตุใด ธาตุอะลูมิเนียม ซึ่งสามารถอธิบายได้จากผลต่างของค่าพลังงานไอออไนเซชันในแต่ละระดับชั้นพลังงานได้ ดังนี้ 0.79, 1.57, 2.23, / 14.13, 17.23, 20.08, 23.56, 26.67, 27.95, 29.91, 32.52, / 80.25, 90.29 MJ/mol ซึ่งสามารถจัดเรียงอิเล็กตรอนได้เป็น 2, 8, 3 ธาตุนี้นจึงอยู่หมู่ที่ 3 คาบที่ 3
 - ธาตุนี้นี้มีจำนวนอิเล็กตรอนทั้งหมดเท่าใด 13
 - ธาตุนี้นี้มีเลขอะตอมเท่าใด 13
- ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุโลหะเป็นอย่างไร ธาตุโลหะใดที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงที่สุดในตารางธาตุ ธาตุโลหะส่วนใหญ่จะมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง โดยฟลูออรีนเป็นธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงที่สุด

ใบงานที่ 2.8

เรื่อง เลขออกซิเดชัน

คำชี้แจง : จงหาเลขออกซิเดชันของธาตุทุกตัวในสารประกอบหรือสมการเคมีที่กำหนดให้

สารประกอบ/สมการเคมี	เลขออกซิเดชัน
Mn ใน MnO_4^-	
P ใน $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	
Pb ใน PbCrO_4	
Co ใน $\text{Na}_2[\text{CoCl}_4]$	
$\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	
$[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$	
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4]\text{NO}_3$	
HBrO_2	
$\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{Ag}_2\text{SO}_4$	
$3\text{NH}_4\text{Br} + \text{CrPO}_4 \rightarrow \text{CrBr}_3 + (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	
$\text{Zn}_3\text{Sb}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{SbH}_3$	
$\text{Sb}_2\text{S}_3 + 12\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}_3\text{SbCl}_6 + 3\text{H}_2\text{S}$	

ใบงานที่ 2.8

เรื่อง เลขออกซิเดชัน

เฉลย

คำชี้แจง : จงหาเลขออกซิเดชันของธาตุทุกตัวในสารประกอบหรือสมการเคมีที่กำหนดให้

สารประกอบ/สมการเคมี	เลขออกซิเดชัน
Mn ใน MnO_4^-	Mn = +7
P ใน $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	P = +5
Pb ใน PbCrO_4	Pb = +2
Co ใน $\text{Na}_2[\text{CoCl}_4]$	Co = +2
$\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Na = +1 Fe = +3 C = +2 N = -3
$[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$	Cr = +2 N = -3 H = +1 Cl = -1
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4]\text{NO}_3$	Co = +3 N ใน NH_3 = -3 H = +1 S = +6 O = -2 N ใน NO_3 = +5
HBrO_2	H = +1 Br = +3 O = -2
$\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{Ag}_2\text{SO}_4$	K = +1 S = +6 O = -2 Ag = +1 N = +5
$3\text{NH}_4\text{Br} + \text{CrPO}_4 \rightarrow \text{CrBr}_3 + (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	N = +3 H = +1 Br = -1 Cr = +3 P = +5 O = -2
$\text{Zn}_3\text{Sb}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{SbH}_3$	Zn = +2 Sb = -3 H = +1 O = -2
$\text{Sb}_2\text{S}_3 + 12\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}_3\text{SbCl}_6 + 3\text{H}_2\text{S}$	Sb = +3 S = -2 H = +1 Cl = -1

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

10. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้
.....
.....
- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
.....
.....
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
.....
.....
- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์
.....
.....
- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))
.....
.....

- ปัญหา/อุปสรรค
.....
.....
- แนวทางการแก้ไข
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

ธาตุแทรนซิชั่น

เวลา 5 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

10. บอกสมบัติของธาตุโลหะแทรนซิชั่น และเปรียบเทียบสมบัติกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติของธาตุแทรนซิชั่นได้ (K)
2. เปรียบเทียบสมบัติของธาตุแทรนซิชั่นกับธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟได้ (P)
3. ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (P)
4. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองได้อย่างถูกต้อง (P)
5. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)
6. รับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

3. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้เพิ่มเติม	สารการเรียนรู้ท้องถิ่น
- ธาตุแทรนซิชั่นเป็นโลหะที่ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูง เกิดปฏิกิริยากับน้ำได้ช้ากว่าธาตุโลหะในกลุ่มธาตุเรพรีเซนเททีฟ เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่จะมีสี	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา


4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ธาตุแทรนซิชั่นเป็นโลหะ มีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน มีจุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นสูง เมื่อเกิดเป็นสารประกอบส่วนใหญ่จะมีสี

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับธาตุในตารางธาตุ ดังนี้
 - ตารางธาตุแบ่งออกเป็น 18 หมู่ 7 คาบ
 - ตารางธาตุที่ใช้อยู่ในปัจจุบันแบ่งธาตุในแนวตั้งออกเป็น 18 แถว โดยเรียกแถวในแนวตั้งว่า “หมู่” ธาตุในแนวตั้งยังแบ่งออกเป็นธาตุกลุ่ม A และธาตุกลุ่ม B
 - กลุ่ม A มี 8 หมู่ คือ 1A ถึง 8A เรียกว่า ธาตุเรพรีเซนเททีฟ
 - กลุ่ม B มี 8 หมู่ คือ 1B ถึง 8B (โดยหมู่ 8B จะมี 3 แถว) เรียกว่า ธาตุแทรนซิชัน
- ครูให้นักเรียนพิจารณาตารางธาตุจากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 63 แล้วใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ดังนี้
 - นักเรียนคิดว่า ธาตุกลุ่ม B ที่ปรากฏในตารางธาตุ มีสมบัติแตกต่างจากธาตุกลุ่ม A หรือไม่ อย่างไร
(แนวตอบ : แตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาสมบัติของธาตุกลุ่ม B ในลำดับต่อไป)
 - นักเรียนคิดว่า ธาตุกลุ่ม B ทุกธาตุจะมีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
(แนวตอบ : มีทั้งเหมือนและแตกต่างกัน เช่น ทุกธาตุในกลุ่ม B จะเป็นโลหะ ส่วนใหญ่จะมีมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 ยกเว้นธาตุโครเมียม และทองแดง ที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็น 1 เป็นต้น)
- นักเรียนแต่ละคนช่วยกันตอบคำถาม

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

- ครูทบทวนเกี่ยวกับตารางธาตุในปัจจุบัน และให้สังเกตการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ จากนั้นถามคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - ตารางธาตุที่นักเรียนเห็นมีลักษณะอย่างไร และมีการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุอย่างไร
(แนวตอบ : ตารางธาตุแบ่งออกเป็น 18 หมู่ 7 คาบ ซึ่งแบ่งเป็น ธาตุหมู่ A หรือธาตุเรพรีเซนเททีฟ คือ ธาตุหมู่ 1A ถึงหมู่ 8A และธาตุหมู่ B หรือธาตุแทรนซิชัน ซึ่งตารางธาตุจะจัดเรียงตามเลขอะตอมของธาตุจากซ้ายไปขวา)

2. ครูอธิบายเสริมเกี่ยวกับธาตุทรานซิชัน ว่า คาบที่ 6 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกมี 18 ธาตุ คือ Cs ถึง Rn กลุ่มที่สองมี 14 ธาตุ คือ Ce ถึง Lu ซึ่งมีชื่อเรียกว่า กลุ่มธาตุแลนทาไนด์ และคาบที่ 7 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเริ่มจาก Fr เป็นต้นไป และมีการค้นพบเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา ส่วนกลุ่มที่สองมี 14 ธาตุ คือ Th ถึง Lr ซึ่งมีชื่อเรียกว่า กลุ่มธาตุแอกทิไนด์
3. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของธาตุทรานซิชัน โดยใช้คำถามว่า “นักเคมีจัดธาตุทรานซิชันไว้ในกลุ่มของธาตุที่เป็นโลหะ แต่ไม่ได้เป็นกลุ่มเดียวกับธาตุหมู่ 1A 2A และ 3A เพราะเหตุใด” จากนั้นทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด
4. ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติของธาตุทรานซิชัน ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 63-65

ชั่วโมงที่ 2

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของธาตุทรานซิชัน โดยพิจารณาตารางที่ 2.9 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 64 ประกอบการอภิปราย เพื่อให้ได้ข้อสรุป ดังนี้
 - ธาตุทรานซิชันมีค่า IE_1 และค่า EN ต่ำ คล้ายธาตุ K และ Ca แต่มีจุดหลอมเหลว จุดเดือด และความหนาแน่นสูงกว่า K และ Ca ซึ่งเป็นโลหะ ดังนั้น ธาตุทรานซิชันจึงมีสมบัติเป็นโลหะ
 - ธาตุทรานซิชันมีขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักของธาตุทรานซิชัน ดังนี้
 - ถ้าจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานแล้วลงท้ายเป็น 11 ถึง 20 จะเป็นธาตุทรานซิชัน
 - ธาตุหมู่ B จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 ยกเว้น $_{24}Cr$ และ $_{29}Cu$ จะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1
 - อิเล็กตรอนถัดจากวงนอกสุดเข้ามา 1 ระดับ ไม่จำเป็นต้องเป็น 8 หรือ 18 เป็นเลขอะไรก็ได้
3. ครูยกตัวอย่างการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักของธาตุทรานซิชัน เช่น $_{26}Fe$ มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 14 2 ซึ่งจะเห็นว่าระดับพลังงานที่ 3 มีอิเล็กตรอนเกิน 8 อยู่ 6 อิเล็กตรอน
4. ครูถามคำถาม H.O.T.S จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 65 ว่า “ธาตุทรานซิชันในคาบที่ 4 มีสมบัติใดคล้ายกันและสมบัติใดแตกต่างจากโพแทสเซียมและแคลเซียม”

(แนวตอบ : ธาตุทรานซิชันในคาบที่ 4 ส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 ยกเว้น Cr และ Cu มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 เช่นเดียวกับ K จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานถัดเข้ามาของธาตุทรานซิชันมีค่าไม่เท่ากัน เพราะอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย 3d ไม่เท่ากัน ธาตุทรานซิชันส่วนใหญ่มีสมบัติคล้ายคลึงกันตามคาบ เพราะในคาบเดียวกันจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากันและขนาดอะตอมใกล้เคียงกัน)
5. ครูอธิบายสรุปเกี่ยวกับสมบัติของธาตุทรานซิชัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สอบถามในส่วนที่มีข้อสงสัย

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งครูอาจใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีสมาชิกกลุ่ม 4-5 คน มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน คือ เก่ง 1 คน ปานกลาง 2-3 คน และอ่อน 1 คน พร้อมทั้งเลือกประธานกลุ่ม รองประธานกลุ่ม เลขานุการกลุ่ม และสมาชิกกลุ่ม โดยสลับเปลี่ยนหน้าที่ในการทำกิจกรรมกลุ่ม
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาสมบัติของสารประกอบของโครเมียมและแมงกานีส โดยย้าให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองอย่างละเอียด และที่สำคัญต้องทราบชนิดและความเข้มข้นของสารที่จะใช้ทำการทดลอง รวมถึงศึกษาข้อมูลความปลอดภัย และข้อควรระวังของสารเคมีต่าง ๆ
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทดลองตามขั้นตอนการทดลองที่กำหนดในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 66-67 และบันทึกผลการทดลอง
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยครูอาจถามคำถามระหว่างการทดลอง ดังนี้

ตอนที่ 1 สารประกอบของโครเมียม

- ขั้นตอนที่ 1 ใส่สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตลงในหลอดทดลอง สังเกตสีของสารละลายเริ่มต้นไว้ (สีเหลือง) จากนั้นเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกลงไป สังเกตได้ว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ครูอาจอธิบายว่า ยังไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
 - ขั้นตอนต่อมา เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงไป จะเห็นว่า สารละลายกลายเป็นสีเขียว และมีฟองแก๊สเกิดขึ้น ครูถามนักเรียนว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
- จากนั้นครูและนักเรียนร่วมอภิปรายการทดลอง ดังนี้ สาเหตุที่สารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองกลายเป็นสีเขียวเป็นเพราะสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ในสภาวะที่เป็นกรด ได้เป็นสารละลายโครเมียม (III) และแก๊สออกซิเจน

ตอนที่ 2 สารประกอบของแมงกานีส

- ขั้นตอนที่ 1 ใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดทดลอง จากนั้นใส่แมงกานีสไดออกไซด์ เสร็จแล้วใช้เปลวไฟเผาหลอดทดลอง หลังจากหลอดทดลองเย็นแล้วเติมน้ำกลั่น ครูให้นักเรียนสังเกตสีของสารละลาย
 - ขั้นตอนต่อมา เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกลงไป ให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น สังเกตสีของสารละลายแล้วบันทึก ต่อไปหยดสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แล้วให้นักเรียนบันทึกสีของสารละลาย
- จากนั้นครูและนักเรียนร่วมอภิปรายการทดลอง ดังนี้ แมงกานีสเกิดสารประกอบได้หลากหลายชนิด เนื่องจากมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ซึ่งสารประกอบนั้นๆก็จะมีสีแตกต่างกันไปตามเลขออกซิเดชันของแมงกานีส

5. ครูเชื่อมโยงความรู้จากการทดลอง โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ผลที่ได้

ชั่วโมงที่ 4

อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องราวประกอบของธาตุทรานซิชัน เช่น
 - เพราะเหตุใดโครเมียมและแมงกานีสจึงเกิดสารประกอบได้หลายชนิดที่มีสีต่างกัน
(แนวตอบ : เนื่องจากโครเมียมและแมงกานีสมีเลขออกซิเดชันที่เปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้เกิดสารประกอบต่าง ๆ ที่มีสีต่างกันไป)
- ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ธาตุทรานซิชันมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ซึ่งสีของสารประกอบกับเลขออกซิเดชันของธาตุทรานซิชันจะมีความสัมพันธ์กัน โดยการที่ธาตุทรานซิชันมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า เพราะการจัดเรียงอิเล็กตรอนมีลักษณะพิเศษ ซึ่งต่างจากการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุกลุ่ม A โดยถ้าเป็นธาตุทรานซิชันในคาบที่ 4 ความพิเศษจะอยู่ที่ 3d กับ 4s (คาบที่ 5 อยู่ที่ 4d กับ 5s และต่อ ๆ ไป) เช่น โครเมียม (Cr) เมื่ออยู่ในภาวะปกติ และเมื่ออยู่ในสารประกอบต่าง ๆ จะมีการจัดเรียงอิเล็กตรอน ดังนี้

โครเมียม	การจัดเรียงอิเล็กตรอน	เลขออกซิเดชัน	ตัวอย่างสาร
${}_{24}\text{Cr}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ หรือ $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$	0	Cr
${}_{24}\text{Cr}^+$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^0$ หรือ $[\text{Ar}] 3d^5 4s^0$	+1	ไม่พบในธรรมชาติ
${}_{24}\text{Cr}^{2+}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^0$ หรือ $[\text{Ar}] 3d^4 4s^0$	+2	CrO
${}_{24}\text{Cr}^{3+}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^0$ หรือ $[\text{Ar}] 3d^3 4s^0$	+3	CrCl ₃
${}_{24}\text{Cr}^{4+}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^0$ หรือ $[\text{Ar}] 3d^2 4s^0$	+4	CrI ₄
${}_{24}\text{Cr}^{5+}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^0$ หรือ $[\text{Ar}] 3d^1 4s^0$	+5	CrF ₅
${}_{24}\text{Cr}^{6+}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^0$ หรือ $[\text{Ar}] 3d^0 4s^0$	+6	CrO ₃

จากตาราง จะเห็นว่า โครเมียมมีเลขออกซิเดชันได้ตั้งแต่ 0 ถึง +6 อะตอมจะเสียอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุด คือ 4s ก่อน จากนั้นจึงเสียอิเล็กตรอนที่ระดับพลังงาน 3d ทำให้โครเมียมมีเลขออกซิเดชันหลายค่า ธาตุแทรนซิชันอื่น ๆ ก็จะมีสมบัติทำนองเดียวกันนี้ จึงมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า และเกิดสารประกอบได้หลายชนิดเช่นกัน

ชั่วโมงที่ 5

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่อง สมบัติและสารประกอบของธาตุแทรนซิชัน จนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.9 เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน
3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1
4. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนทำผังมโนทัศน์สรุปความรู้เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน แล้วส่งเป็นการบ้าน ในคาบเรียนต่อไป

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.9 เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ธาตุแทรนซิชัน	- ตรวจใบงานที่ 2.9 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.9 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การปฏิบัติการ	- ประเมินการปฏิบัติการ	- แบบประเมินการปฏิบัติการ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
4) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 3) ใบงานที่ 2.9 เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 2.9
เรื่อง ธาตุแทรนซิชั่น

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความหมายของธาตุแทรนซิชั่น

.....
.....

2. ธาตุแทรนซิชั่นแบ่งออกเป็นกี่หมู่

.....
.....

3. ธาตุแทรนซิชั่นมีความแตกต่างจากโลหะหมู่ 1A อย่างไร

.....
.....

4. ธาตุแทรนซิชั่นหมู่ 8B มีทั้งหมดกี่ธาตุ

.....
.....

5. ธาตุแทรนซิชั่นมีคุณสมบัติอย่างไร

.....
.....

6. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสมบัติต่าง ๆ ของธาตุแทรนซิชั่นในคาบเดียวกันจะเหมือนหรือแตกต่างจากธาตุเรพรีเซนเททีฟอย่างไร

.....
.....

7. ธาตุอนุกรมแทรนซิชั่นที่ 1 มีอะไรบ้าง และขนาดของอะตอมมีแนวโน้มเป็นอย่างไรจากซ้ายไปขวา

.....
.....

ใบงานที่ 2.9
เรื่อง ธาตุแทรนซิชัน

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายความหมายของธาตุแทรนซิชัน
ธาตุแทรนซิชัน คือ กลุ่มธาตุที่มีตำแหน่งอยู่ระหว่างธาตุหมู่ 2A และ 3A ในตารางธาตุ โดยเป็นธาตุในบล็อก-d (d-block) โดยธาตุทั้งหมดนี้จะมีอย่างน้อย 1 รูปแบบ ที่มี 1 ไอออน ที่อยู่ในวงโคจร-d (d shell of electrons)
2. ธาตุแทรนซิชันแบ่งออกเป็นกี่หมู่
ธาตุแทรนซิชันแบ่งออกเป็น 8 หมู่ โดยเริ่มจาก 3B จนถึง 2B ในตารางธาตุ
3. ธาตุแทรนซิชันมีความแตกต่างจากโลหะหมู่ 1A อย่างไร
ส่วนใหญ่เนื้อโลหะจะแข็งกว่าธาตุหมู่ 1A (ยกเว้นปรอท) และปฏิกิริยาจะไม่รุนแรงเท่ากับหมู่ 1A
4. ธาตุแทรนซิชันหมู่ 8B มีทั้งหมดกี่ธาตุ
หมู่ 8B (ธาตุหมู่ชุดสาม หรือไทรแอด) มีทั้งหมด 9 ธาตุ ซึ่งมีสมบัติใกล้เคียงกันมาก จึงจัดไว้ในหมู่เดียวกัน
5. ธาตุแทรนซิชันมีคุณสมบัติอย่างไร
มีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ยกเว้นปรอทเป็นของเหลว มีจุดหลอมเหลว จุดเดือด และความหนาแน่นสูง นำไฟฟ้าได้ดี ซึ่งในโลหะแทรนซิชัน ธาตุที่นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด คือ เงิน และรองลงมา คือ ทอง นำความร้อนได้ดี สารประกอบของธาตุแทรนซิชันส่วนใหญ่จะมีสี
6. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสมบัติต่าง ๆ ของธาตุแทรนซิชันในคาบเดียวกันจะเหมือนหรือแตกต่างจากธาตุเรฟรีเซนเททีฟอย่างไร
ธาตุเรฟรีเซนเททีฟซึ่งอยู่ใน s-block หรือ p-block ในตารางธาตุ ธาตุทางซ้ายมือจะเป็นโลหะ ส่วนธาตุทางขวามือจะเป็นอโลหะ ส่วนธาตุแทรนซิชันจะไม่พบแนวโน้มดังกล่าว เพราะธาตุทุกตัวเป็นโลหะทั้งหมด
7. ธาตุอนุกรมแทรนซิชันที่ 1 มีอะไรบ้าง และขนาดของอะตอมมีแนวโน้มเป็นอย่างไรจากซ้ายไปขวา
ธาตุอนุกรมแทรนซิชันที่ 1 เริ่มตั้งแต่ธาตุที่มีเลขอะตอม 21 ถึง 30 ดังนี้ Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu และ Zn รัศมีอะตอมของธาตุเหล่านี้โดยทั่วไปแล้วมีขนาดเล็กลง เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น แต่รัศมีอะตอมของธาตุต่าง ๆ ตั้งแต่โครเมียม (Cr) ถึงทองแดง (Cu) จะมีขนาดใกล้เคียงกันมาก ทั้งนี้เนื่องจากแม้ว่าธาตุในแถวเดียวกันจะมีประจุนิวเคลียสเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้หมอกอิเล็กตรอนเล็กลงก็ตาม แต่ 3d อิเล็กตรอนมีจำนวนมากขึ้น และมีแรงต้านการหดขนาดของหมอกอิเล็กตรอน จึงทำให้ขนาดอะตอมของธาตุในอนุกรมแทรนซิชันนี้ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก และจะลดลงอย่างช้า ๆ เท่านั้น

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

10. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้
.....
.....
- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
.....
.....
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
.....
.....
- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์
.....
.....
- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))
.....
.....

- ปัญหา/อุปสรรค
.....
.....
- แนวทางการแก้ไข
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

ธาตุกัมมันตรังสี

เวลา 7 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

11. อธิบายสมบัติและคำนวณครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสี

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสมบัติของธาตุกัมมันตรังสีได้ (K)
2. คำนวณค่าครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)

3. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้เพิ่มเติม	สารการเรียนรู้ท้องถิ่น
- ธาตุแต่ละชนิดมีไอโซโทป ซึ่งในธรรมชาติบางธาตุมีไอโซโทปที่แผ่รังสีได้ เนื่องจากนิวเคลียสไม่เสถียร เรียกว่า ไอโซโทปกัมมันตรังสี สำหรับธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้ รังสีที่เกิดขึ้น เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีแกมมา โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของ แต่ละไอโซโทปกัมมันตรังสี	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา


4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ธาตุกัมมันตรังสีเป็นธาตุที่ทุกไอโซโทปสามารถแผ่รังสีได้ โดยครึ่งชีวิตของไอโซโทปกัมมันตรังสีเป็นระยะเวลาที่ไอโซโทปกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการสำรวจค้นหา 3) ทักษะการวิเคราะห์ 3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของอะตอมที่นักเรียนเคยศึกษาไปแล้ว เช่น อะตอมจะประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีโปรตอนและนิวตรอนรวมตัวกันอยู่อย่างหนาแน่นบริเวณตรงกลางอะตอม นิวเคลียสมีขนาดเล็กมาก มีมวลมาก มีประจุไฟฟ้าบวก และมีมวลเกือบเท่ากับมวลอะตอม โดยมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบ เคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ นิวเคลียส เป็นต้น จากนั้นครูกล่าวต่อว่า ในตารางธาตุยังมีธาตุอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีสมบัติแตกต่างไปจากธาตุอื่น ๆ ที่ได้ศึกษาไปแล้ว โดยธาตุกลุ่มนี้สามารถแผ่รังสีแล้วกลายเป็นอะตอมของธาตุใหม่ได้ โดยเรียกธาตุในกลุ่มนี้ว่า ธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป
2. ครูตั้งคำถามว่า นักวิทยาศาสตร์มีวิธีการศึกษาองค์ประกอบของนิวเคลียสอย่างไร โดยให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันตอบคำถาม

ขั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการทดลองของเบ็กเคอเรล โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 1) การทดลองของเบ็กเคอเรลมีวัตถุประสงค์อย่างไร
(แนวตอบ : เพื่อศึกษาว่าสารที่กำลังเรืองแสงทุกชนิดมีการปล่อยรังสีเอกซ์ออกมาหรือไม่ โดยทดลองกับสารเรืองแสงต่างๆ หลายชนิด โดยการใช้แสงอาทิตย์เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดสารเรืองแสงขึ้น เพื่อทดสอบว่ามีการปล่อยรังสีเอกซ์ออกมาหรือไม่)
 - 2) เบ็กเคอเรลมีเหตุผลอย่างไรที่สรุปว่า ในการทดลองกับสารประกอบยูเรเนียมนั้น รอยดำบนฟิล์มไม่ได้เกิดจากรังสีเอกซ์
(แนวตอบ : เนื่องจากรังสีเอกซ์เกิดขึ้นเองไม่ได้ จะต้องกระตุ้นด้วยตัวช่วยอนุภาค หรือรังสีบางชนิด แต่รังสีที่ทำให้เกิดรอยดำบนฟิล์มในการทดลองกับสารประกอบยูเรเนียมนั้นเกิดขึ้นเอง)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองของเบ็กเคอเรล

3. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า การค้นพบของเบ็กเคอเรลนี้ แม้จะเป็นการค้นพบโดยบังเอิญ แต่แสดงให้เห็นถึง ความเป็นบุคคลช่างสังเกตและมีไหวพริบของเบ็กเคอเรล ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของนักวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนควรจะถือเป็นตัวอย่างด้วย
4. ครูให้นักเรียนศึกษาความหมายของกัมมันตภาพรังสี ธาตุกัมมันตรังสี และคุณสมบัติของ กัมมันตภาพรังสี ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมี ม.4 หน้า 70-72

ชั่วโมงที่ 2

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปในชั่วโมงที่แล้ว และชี้ให้เห็นว่ากัมมันตภาพรังสีเป็นปรากฏการณ์ที่ธาตุ กัมมันตรังสีเกิดการแผ่รังสีออกมาตลอดเวลา ทำให้มีการจำแนกรังสีจากธาตุกัมมันตรังสีเป็น 3 ชนิด คือ แอลฟา บีตา แกมมา โดยทราบว่า อนุภาคแอลฟามีประจุไฟฟ้าเป็นบวก อนุภาคบีตามีประจุไฟฟ้า เป็นลบ และรังสีแกมมาไม่มีมวล ไม่มีประจุไฟฟ้า
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออน โดยชี้ให้เห็นว่า ความสามารถในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนจะขึ้นกับจำนวนประจุไฟฟ้าของรังสีนั้น ส่วน อำนาจทะลุผ่านของรังสีจะขึ้นอยู่กับมวล รังสีที่มีมวลมากย่อมมีอำนาจทะลุผ่านต่ำกว่ารังสีที่มี มวลน้อย การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนและอำนาจทะลุ ผ่าน ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์วัดพลังงานของรังสีชนิดต่าง ๆ ได้
3. ครูนำนักเรียนอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสี ธาตุกัมมันตรังสี และคุณสมบัติของ กัมมันตภาพรังสี โดยตั้งคำถาม ดังนี้
 - 1) เราทราบได้อย่างไรว่า อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา และรังสีแกมมา มีประจุไฟฟ้าบวก ประจุไฟฟ้า ลบ และไม่มีประจุไฟฟ้า ตามลำดับ
(แนวตอบ : ทราบโดยให้รังสีผ่านสนามแม่เหล็ก แล้วสังเกตทิศการเบี่ยงเบนของอนุภาคแอลฟา และอนุภาคบีตาเป็นทิศเดียวกับการเบี่ยงเบนไปของประจุบวกและประจุลบ ตามลำดับ ส่วนรังสีแกมมาไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก แสดงว่า ไม่มีประจุไฟฟ้า)
 - 2) อนุภาคหรือรังสีใดมีอำนาจทะลุผ่านสูงที่สุด
(แนวตอบ : รังสีแกมมา)
 - 3) อนุภาคหรือรังสีใดต้องใช้วัสดุที่มีความหนาแน่นมากในการกั้นรังสีชนิดนั้น
(แนวตอบ : รังสีแกมมา)
 - 4) อนุภาคหรือรังสีใดมีสมบัติเหมือนอิเล็กตรอน
(แนวตอบ : อนุภาคบีตา)
 - 5) อนุภาคหรือรังสีใดมีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ กระดาษที่หนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร ก็สามารถกั้น รังสีนี้ได้
(แนวตอบ : อนุภาคแอลฟา)

4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง การเกิดกัมมันตภาพรังสี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ชั่วโมงที่ 3

สำรวจค้นหา (Explore)

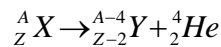
1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับชนิดของอนุภาคหรือรังสีที่แผ่ออกจากนิวเคลียส จากความรู้นี้ ครูชี้ให้เห็นว่า นิวเคลียสอาจประกอบขึ้นจากอนุภาคแอลฟาและอิเล็กตรอน
2. ครูกล่าวกับนักเรียนว่า จากการศึกษาไอโซโทปของธาตุหลายชนิด พบว่า ไอโซโทปของนิวเคลียสที่มีอัตราส่วนระหว่างจำนวนนิวตรอนต่อจำนวนโปรตอนไม่เหมาะสม คือ นิวเคลียสที่มีจำนวนนิวตรอนแตกต่างจากจำนวนโปรตอนมากเกินไปจะไม่เสถียร จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียส แล้วเกิดเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ที่เสถียรกว่า
3. จากข้อเสนอดังกล่าวที่ว่า นิวเคลียสอาจประกอบขึ้นจากอนุภาคแอลฟาและอิเล็กตรอน ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อหาเหตุผลสนับสนุนข้อเสนอดังกล่าว ซึ่งจะพบว่าเป็นไปไม่ได้ เพราะอนุภาคแอลฟามีมวล $4u$ แต่นิวเคลียสของไฮโดรเจนมีมวลเพียง $1u$ และนิวเคลียสของธาตุหลายชนิดไม่ได้มีมวลเป็นจำนวนเท่าของ $4u$
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแนวทางที่จะเป็นไปได้ขององค์ประกอบนิวเคลียสว่า อาจประกอบขึ้นจากนิวเคลียสของไฮโดรเจนกับอิเล็กตรอนก็ได้ ซึ่งแนวความคิดเช่นนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น เรียกว่า “สมมติฐานโปรตอน-อิเล็กตรอน” ซึ่งสมมติฐานนี้ขัดแย้งกับหลักการทางฟิสิกส์ นิวเคลียร์หลายประการ เช่น หลักการทางกลศาสตร์ควอนตัม เป็นต้น
5. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับข้อเสนอรื่องนิวตรอนของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยชี้ให้เห็นว่า รัทเทอร์ฟอร์ดได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับนิวตรอนไว้ แต่เนื่องจากไม่มีแหล่งกำเนิดนิวตรอนในธรรมชาติ และไม่มีเครื่องสำหรับตรวจสอบนิวตรอนในขณะนั้น ข้อเสนอของเขาจึงยังไม่เป็นที่ยอมรับ
6. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการทดลองที่นำไปสู่การค้นพบนิวตรอน ก็คือ การที่นักวิทยาศาสตร์สามารถทำให้นิวเคลียสของธาตุบางชนิดเกิดการเปลี่ยนสภาพนิวเคลียส โดยการยิงอนุภาคบางชนิดไปชนนิวเคลียสนั้น จากผลการทดลองดังกล่าว ทำให้มีการค้นพบรังสีชนิดหนึ่งที่มีสมบัติคล้ายรังสีแกมมา เมื่อได้มีการทดลองและวิเคราะห์รังสีดังกล่าว จึงทราบว่ารังสีนั้นไม่ใช่รังสีแกมมา
7. จากนั้นครูให้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของนิวเคลียสตามสมมติฐานโปรตอน-นิวตรอน ความหมายของนิวคลีออน เลขมวลและเลขอะตอม จากนั้นให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับสัญลักษณ์ของนิวเคลียสของธาตุ แล้วครูถามคำถาม ดังนี้
 - 1) จงใช้ตารางธาตุในการเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียสของธาตุต่อไปนี้ คาร์บอน ทองแดง อะลูมิเนียม ทองคำ และตะกั่ว

(แนวตอบ : $^{12}_6\text{C}$ $^{63}_{29}\text{Cu}$ $^{27}_{13}\text{Al}$ $^{197}_{79}\text{Au}$ $^{208}_{82}\text{Pb}$)

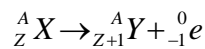
8. ครูให้นักเรียนศึกษาการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 72-73

อธิบายความรู้ (Explain)

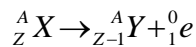
1. ครูอธิบายเกี่ยวกับการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี โดยสรุปให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของนิวเคลียสหลังการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ซึ่งจะมีการแผ่รังสีแต่ละชนิด ดังนี้
 - การสลายให้อนุภาคแอลฟา ซึ่งอนุภาคแอลฟา คือ นิวเคลียสของฮีเลียม มีสัญลักษณ์ ${}^4_2\text{He}$ ดังนั้นนิวเคลียสใหม่จึงมีเลขมวลลดลง 4 หน่วย และเลขอะตอมลดลง 2 หน่วย ถ้าให้ X และ Y เป็นนิวเคลียสเดิม และนิวเคลียสใหม่ ตามลำดับ เขียนสมการได้ ดังนี้



- การสลายให้อนุภาคบีตา คือ การที่นิวเคลียสเดิมให้อิเล็กตรอนออกมา นิวเคลียสของธาตุใหม่จะมีเลขอะตอมเพิ่มขึ้น 1 หน่วย เขียนสมการได้ ดังนี้



ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ในระยะต่อมา พบว่า มีอนุภาคบีตา 2 ชนิด คือ บีตาลบ หรืออิเล็กตรอน กับบีตาบวก หรือโพซิตรอน ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีมวลเท่ากับอิเล็กตรอน แต่ไม่มีประจุไฟฟ้าบวก ดังนั้นกรณีบีตาบวก เขียนสมการได้ ดังนี้



- การสลายให้รังสีแกมมา จะไม่เกิดนิวเคลียสใหม่ เพราะรังสีแกมมาเกิดจากการที่นิวเคลียสเปลี่ยนระดับพลังงาน และโดยมากนิวเคลียสที่สลายให้อนุภาคแอลฟาหรือบีตาจะให้รังสีแกมมาด้วย ดังนั้นการแผ่รังสีแกมมาจึงไม่ทำให้ทั้งเลขอะตอมและเลขมวลเปลี่ยนแปลงไปเลย
2. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าในการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีให้อนุภาคแอลฟาหรือบีตาที่ปรากฏในธรรมชาติ เช่น การสลายของยูเรเนียม-238 หรือตะกั่ว-214
 3. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี เช่น
 - 1) อนุภาคแอลฟาประกอบด้วยอนุภาคใดบ้าง
(แนวตอบ : โปรตอน 2 อนุภาค และนิวตรอน 2 อนุภาค)
 - 2) ธาตุกัมมันตรังสีหนึ่งสลายตัวให้อนุภาคบีตา ธาตุใหม่ที่ได้จะมีเลขอะตอมและเลขมวลเปลี่ยนไปจากธาตุเดิมเท่าใด
(แนวตอบ : เลขอะตอมเพิ่มขึ้น 1 หน่วย และเลขมวลไม่เปลี่ยนแปลง)
 - 3) นิวเคลียสของธาตุชนิดหนึ่งเมื่อสลายให้รังสีแกมมาแล้ว นิวเคลียสของธาตุนั้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร
(แนวตอบ : เป็นนิวเคลียสของธาตุเดิม แต่ระดับพลังงานจะลดลง)
 - 4) อนุภาคหรือรังสีใดมีอำนาจทะลุผ่านสูงที่สุด
(แนวตอบ : รังสีแกมมา)
 4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ชั่วโมงที่ 4

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการสลายตัวของนิวเคลียสให้อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา และรังสีแกมมา
2. ครูอธิบายเกี่ยวกับการสลายของธาตุ โดยเน้นให้นักเรียนทราบว่า ธาตุกัมมันตรังสีสามารถเกิดการสลายตัวปลดปล่อยรังสีเองได้ตลอดเวลา แต่จะช้าหรือเร็วแตกต่างกันไปตามธาตุแต่ละชนิด นักเคมีจะบอกปริมาณการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีด้วยค่าครึ่งชีวิต (half-life) ซึ่งเป็นปริมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม
3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับครึ่งชีวิต (half-life) ของไอโซโทปกัมมันตรังสีบางชนิด เช่น Ra-226 C-14 Co-60 ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 74
4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับคำว่า ครึ่งชีวิต คือ ช่วงเวลาที่นิวเคลียสของธาตุนั้นสลายตัวจนจำนวนลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของจำนวนเริ่มต้น จากนั้นจึงชี้ให้นักเรียนเห็นว่า การที่ธาตุแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน แสดงว่า อัตราการสลายของธาตุแต่ละชนิดย่อมแตกต่างกัน เพื่อนำไปสู่การศึกษาเกี่ยวกับกฎการสลายของธาตุกัมมันตรังสีต่อไป

อธิบายความรู้ (Explain)

1. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการสลายของธาตุกัมมันตรังสี เพื่อนำไปสู่สมการ ดังนี้ ช่วงเวลาครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี คือ ช่วงเวลาที่ธาตุนั้น ๆ สลายตัวจนเหลือนิวเคลียสเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนที่มีอยู่ก่อนสลายตัว มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$N_{\text{เหลือ}} = \frac{N_{\text{เริ่มต้น}}}{2^n}$$

$$n = \frac{T}{t_{\frac{1}{2}}}$$

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นปริมาณนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสีจะลดลงเรื่อย ๆ แต่ปริมาณนิวเคลียสจะไม่ลดลงเป็นศูนย์ ไม่ว่าเวลาจะผ่านไปเท่าใดก็ตาม การพูดถึงเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีสลายตัวหมดจึงไม่มีความหมาย ในทางทฤษฎีจึงพูดถึงเวลาที่ธาตุสลายตัวเหลือเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม
3. ครูยกตัวอย่างที่ 2.2 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 75 เพื่อเสริมความเข้าใจในการใช้สมการที่ใช้คำนวณที่เรียนมา
4. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเรื่องครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี เช่น
 - 1) ช่วงเวลาครึ่งชีวิต (half-life) ของธาตุกัมมันตรังสีหมายถึงอะไร

(แนวตอบ : ช่วงเวลาที่ธาตุนั้น ๆ สลายตัวไปจนเหลือนิวเคลียสเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนที่มีอยู่ก่อนสลายตัว)

2) ความสัมพันธ์ระหว่างครึ่งชีวิตกับจำนวนครั้งในการสลายตัวเป็นอย่างไร

$$\text{(แนวตอบ : } n = \frac{T}{t_{\frac{1}{2}}})$$

5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ชั่วโมงที่ 5

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง ครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสี
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนและกิจกรรมปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยครูถามคำถาม ดังนี้
 - 1) ปฏิกิริยานิวเคลียร์หมายความว่าอย่างไร (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)
(แนวตอบ : ปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงในนิวเคลียสของอะตอมของธาตุ แล้วได้นิวเคลียสของธาตุใหม่เกิดขึ้น ซึ่งจะแผ่รังสีและให้พลังงานมหาศาล ปฏิกิริยานิวเคลียร์จะเกิดกับนิวเคลียสของอะตอมของธาตุ โดยนิวเคลียสที่เป็นเป้าจะถูกยิงด้วยอนุภาคที่ใช้เป็นกระสุน ซึ่งอาจจะเป็นนิวตรอน แอลฟา หรือไอออนหนัก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นนิวเคลียสของธาตุใหม่ และจะให้พลังงานออกมาอย่างมหาศาล)
 - 2) ปฏิกิริยานิวเคลียร์มีกี่ชนิด (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)
(แนวตอบ : ปฏิกิริยานิวเคลียร์มี 2 ชนิด คือ ปฏิกิริยาฟิชชัน (Fission reaction) และปฏิกิริยาฟิวชัน (Fusion reaction))
3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วแจกบัตรข้อความปฏิกิริยานิวเคลียร์ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะของปฏิกิริยานิวเคลียร์แต่ละปฏิกิริยา เปรียบเทียบ จำแนก และบันทึกผลตัวอย่างของปฏิกิริยานิวเคลียร์ เช่น
$${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n} + \text{E}$$
$${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}_0^1\text{n} + 3.3 \text{ MeV}$$
4. ครูใช้คำถามต่อไปนี้ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด
 - นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกปฏิกิริยานิวเคลียร์
 - ลักษณะของปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นอย่างไร รวมตัวหรือสลายตัว
 - หลักการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์จะมีการเปลี่ยนแปลงใดที่เหมือนกัน
5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 75-78 หรือจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือจาก PPT
6. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาวิเคราะห์และเรียบเรียงเนื้อหาเพื่อใช้สำหรับการนำเสนอโดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม จากนั้นอธิบายซักถามกันภายในกลุ่มจนเข้าใจตรงกัน

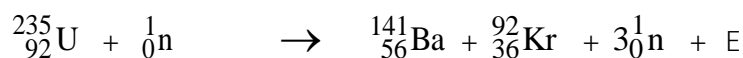
- นักเรียนนำข้อมูลเกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์มาเปรียบเทียบกันในรูปของแผนภาพ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วนำเสนอในรูปของแผนผังความคิด โดยเขียนลงในกระดาษฟลิปชาร์ต พร้อมตกแต่งให้สวยงาม แล้วนำไปติดที่ผนังห้อง
- ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนจากกลุ่มต่าง ๆ ประมาณ 1-2 กลุ่ม จากนั้นร่วมกันอภิปรายสรุปจนเป็นที่เข้าใจตรงกัน โดยนักเรียนสามารถจำแนกปฏิกิริยาฟิชชันกับปฏิกิริยาฟิวชัน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มผลัดเปลี่ยนกันตรวจผลงาน พร้อมระบุเหตุผลในการให้คะแนน จุดเด่น/จุดด้อยของผลงานให้เจ้าของผลงานรับทราบ

ชั่วโมงที่ 6

อธิบายความรู้ (Explain)

- ครูนำนักเรียนอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาของธาตุกัมมันตรังสี โดยครูอธิบายแผนภาพการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ควบคู่กับสมการนิวเคลียร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพร่วมกันของปฏิกิริยาและแหล่งที่มาของสมการนิวเคลียร์
- ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิกิริยาฟิชชันกับปฏิกิริยาฟิวชัน โดยใช้สื่อ PPT และสื่อ animation ประกอบ แล้วอธิบาย ดังนี้

ปฏิกิริยาฟิชชัน เป็นปฏิกิริยาแยกตัวของนิวเคลียส โดยมีนิวตรอนเป็นตัววิ่งเข้าชนนิวเคลียสหนัก ๆ ($A > 230$) ทำให้เกิดนิวเคลียสใหม่ 2 นิวเคลียส ที่มีเลขมวลปานกลางใกล้เคียงกัน และมีนิวตรอนที่มีความเร็วสูงเกิดขึ้นประมาณ 2-3 ตัว พร้อมทั้งมีการคายพลังงานออกมาด้วย ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาการยิงนิวตรอนที่มีความเร็วพอประมาณเข้าชนนิวเคลียสของ $^{235}_{92}\text{U}$ ทำให้เกิดนิวเคลียสขนาดกลาง 2 นิวเคลียส พร้อมทั้งนิวตรอนประมาณ 2-3 ตัว และพลังงานออกมาจำนวนหนึ่ง ดังสมการ



จากสมการการเกิดปฏิกิริยาฟิชชัน จะเห็นว่า ในการเกิดปฏิกิริยาทุกครั้งจะมีการปล่อยนิวตรอนออกมาทุกครั้ง โดยเฉลี่ยประมาณครึ่งละ 2-3 นิวตรอน ซึ่งนิวตรอนเหล่านี้จะวิ่งไปชนนิวเคลียสของยูเรเนียมที่อยู่ใกล้เคียง ทำให้เกิดปฏิกิริยาอย่างเดียวกันต่อเนื่องกัน เรียกว่า ปฏิกิริยาลูกโซ่

ปฏิกิริยาฟิวชัน เป็นปฏิกิริยาหลอมรวมตัวของนิวเคลียส และมีพลังงานคายออกมาด้วย นิวเคลียสที่ใช้หลอมจะต้องเป็นนิวเคลียสขนาดเล็ก ๆ ($A < 20$) หลอมรวมกลายเป็นนิวเคลียสเบาที่ใหญ่กว่าเดิม โดยต้องทำให้มีอุณหภูมิมากเป็นล้าน ๆ องศาเซลเซียส

- ครูถามนักเรียนว่า เมื่อเปรียบเทียบพลังงานระหว่างปฏิกิริยาฟิชชันและฟิวชัน นักเรียนมีข้อสังเกตอย่างไร (ทิ้งช่วงให้นักเรียนคิด)
- ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ในแต่ละปฏิกิริยาของปฏิกิริยาฟิชชันและฟิวชัน เมื่อเปรียบเทียบพลังงานกันแล้ว ในปฏิกิริยาฟิชชัน 1 ปฏิกิริยา ขนาดมวลที่พอกันของสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาฟิวชัน (เช่น ${}^1_1\text{H}$)

- กับสารที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาฟิชชัน (เช่น U-235) จำนวนปฏิกิริยาฟิชชันจะมากกว่าฟิชชันมาก เป็นผลทำให้พลังงานรวมที่ได้จากปฏิกิริยาฟิชชันมากกว่าปฏิกิริยาฟิชชัน
5. ครูให้นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยาฟิชชันในการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ และปฏิกิริยาฟิชชันในดวงอาทิตย์ และแนวทางการนำปฏิกิริยาฟิชชันมาใช้ประโยชน์ในทางสันติ
 6. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างของปฏิกิริยานิวเคลียร์ทั้ง 2 ชนิด พร้อมทั้งข้อดีแล้วข้อเสียของปฏิกิริยาดังกล่าว

ชั่วโมงที่ 7

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์
2. ครูตั้งคำถามว่า จากการศึกษาเกี่ยวกับสารกัมมันตรังสี การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี และปฏิกิริยานิวเคลียร์ นักเรียนคิดว่า เราจะสามารถนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใดได้บ้าง และสิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้หรือไม่ อย่างไร
3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ค้นคว้า เกี่ยวกับการตรวจสอบสารกัมมันตรังสี การใช้ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี รวมทั้งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกัมมันตรังสี จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 78-81 และแหล่งสืบค้นอื่น ๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
4. ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์ธาตุกัมมันตรังสีที่จะวัดได้อย่างไรว่ามีอันตรายมากน้อยเพียงใด และต้องใช้เครื่องมือใดวัด และร่างกายของเราจะได้รับผลกระทบจากรังสีหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูล
5. ครูให้สมาชิกในกลุ่มเลือกหัวหน้ากลุ่มเพื่อประสานงานกลุ่ม และมอบหมายหน้าที่ให้สมาชิกในกลุ่มตามความสามารถ ไปสืบค้นข้อมูลหรือกิจกรรมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาจัดป้ายนิเทศ
6. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาวิเคราะห์และเรียบเรียงเนื้อหาเพื่อใช้สำหรับการนำเสนอโดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม

อธิบายความรู้ (Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดวิเคราะห์ ค้นหาวิธีการการจัดป้ายนิเทศเรื่อง การตรวจสอบสารกัมมันตรังสี การใช้ประโยชน์และโทษของกัมมันตภาพรังสี เพื่อนำเสนอประกอบการรายงานหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนทุกคนต้องใช้วัสดุ อุปกรณ์ หรือวัสดุเหลือใช้ (เช่น หนังสือพิมพ์) ที่มีในโรงเรียน เท่านั้นมาตกแต่งป้ายนิเทศสำหรับให้นำเสนอ
2. ครูนำข้อมูลที่นักเรียนรวบรวมได้จากการสืบค้น มาร่วมกันวิเคราะห์ สังเคราะห์ จัดระบบข้อมูล ปรับปรุงแก้ไของค์ความรู้ที่ได้ให้สมบูรณ์ที่สุด แล้วคิดสร้างสรรค์ในการจัดทำสื่อการเรียนรู้เพื่อนำเสนอเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้น่าสนใจ

- ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอสื่อการเรียนรู้ของกลุ่มตนเอง พร้อมผลักเปลี่ยนกันให้คะแนน (ครูเปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันตามความเหมาะสม)

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Elaborate)

- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี จนนักเรียนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน
- ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.10 เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี
- ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1
- ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนทำผังโน้ตสรุปความรู้เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี แล้วส่งเป็นการบ้านในคาบเรียนต่อไป

ตรวจสอบผล (Evaluate)

- ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม การร่วมกันทำผลงาน และการนำเสนอผลงาน
- ครูสังเกตความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ของนักเรียน
- ครูวัดและประเมินผลจากใบงานที่ 2.10 เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี
- ครูตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี
- ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรม 1) ธาตุกัมมันตรังสี	- ตรวจใบงานที่ 2.10 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.10 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอผลงาน	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 3) ใบงานที่ 2.10 เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี
- 4) PowerPoint เรื่อง ปฏิกิริยาฟิชชัน
- 5) PowerPoint เรื่อง ปฏิกิริยาฟิวชัน

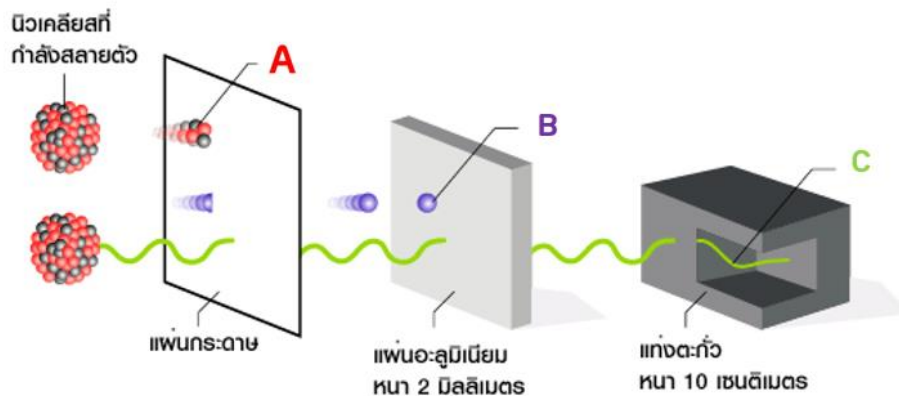
8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 2.10
เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากรูป จงระบุว่า A B และ C เป็นอนุภาคหรือรังสีชนิดใดที่แผ่ออกจากธาตุกัมมันตรังสี



.....

.....

.....

2. กัมมันตรังสีนำมาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง จงอธิบายพอสังเขป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. กัมมันตภาพรังสีมีโทษต่อร่างกายอย่างไร จงยกตัวอย่าง

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

4. ครึ่งชีวิต (half life) ของสารกัมมันตรังสีคืออะไร และมีประโยชน์อย่างไร

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

5. Rn-222 จำนวน 10 ไมโครกรัม เมื่อปล่อยให้สลายตัวไป พบว่า ในเวลา 7 วัน จะเหลือเพียง 2.82 ไมโครกรัม
จงคำนวณครึ่งชีวิตของ Rn-222

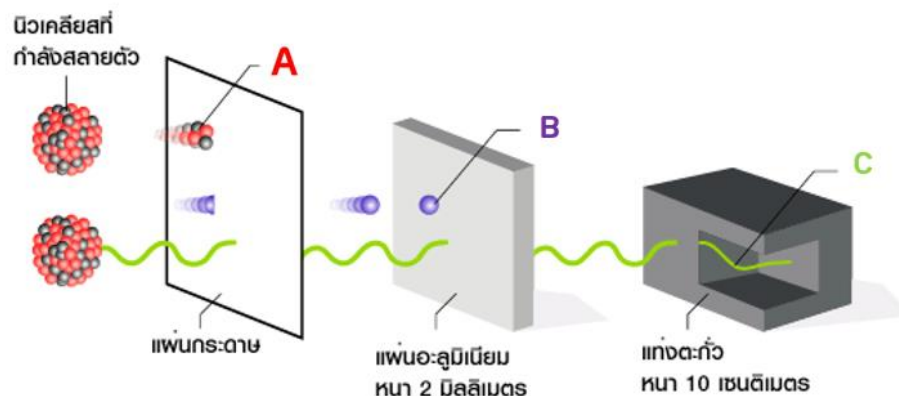
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบงานที่ 2.10
เรื่อง ธาตุกัมมันตรังสี

เฉลย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากรูป จงระบุว่า A B และ C เป็นอนุภาคหรือรังสีชนิดใดที่แผ่ออกจากธาตุกัมมันตรังสี



A คือ อนุภาคแอลฟา (α)

B คือ อนุภาคบีตา (β)

C คือ รังสีแกมมา (γ)

2. กัมมันตรังสีนำมาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง จงอธิบายพอสังเขป

- ด้านการแพทย์ เช่น ใช้ Co-60 ทำลายเซลล์มะเร็งและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ใช้ I-131 ตรวจความผิดปกติของต่อมไทรอยด์
- ด้านการเกษตร เช่น ใช้ γ -ray ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในอาหาร ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในเมล็ดพันธุ์พืช
- ด้านอุตสาหกรรม เช่น ใช้ U-235 เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องบินและยานอวกาศ ใช้ผลิตรังสีเอกซ์ (X-ray)
- ด้านธรณีวิทยา เช่น ใช้ C-14 คำนวณหาอายุของวัตถุโบราณ อายุหิน หรือซากฟอสซิลต่าง ๆ ซึ่งคำนวณหาได้จากครึ่งชีวิตของ C-14 ที่อยู่ในวัตถุนั้น ๆ

3. กัมมันตภาพรังสีมีโทษต่อร่างกายอย่างไร จงยกตัวอย่าง

ถ้าร่างกายได้รับกัมมันตภาพรังสีจะทำให้เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายถูกทำลายได้ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง และความผิดปกติทางพันธุกรรม

4. ครึ่งชีวิต (half life) ของสารกัมมันตรังสีคืออะไร และมีประโยชน์อย่างไร

ครึ่งชีวิต (half life) ของสารกัมมันตรังสี หมายถึง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวไปจนเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม ใช้สัญลักษณ์เป็น $t_{1/2}$

ครึ่งชีวิตสามารถใช้หาอายุของวัตถุโบราณที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เรียกว่า วิธี Radiocarbon Dating ซึ่งคำว่า dating หมายถึง การหาอายุ จึงมักใช้หาอายุของวัตถุโบราณที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์

5. Rn-222 จำนวน 10 ไมโครกรัม เมื่อปล่อยให้สลายตัวไป พบว่า ในเวลา 7 วัน จะเหลือเพียง 2.82 ไมโครกรัม จงคำนวณครึ่งชีวิตของ Rn-222

ให้ครึ่งชีวิตมีค่าเท่ากับ x

$$n = \frac{T}{t_{1/2}} = \frac{7}{x}$$

$$N_{\text{เหลือ}} = \frac{N_{\text{เริ่มต้น}}}{2^n}$$

$$2.82 = \frac{10}{2^{7/x}}$$

$$2^{7/x} = \frac{10}{2.82}$$

$$x = 3.82$$

ดังนั้น ครึ่งชีวิตของ Rn-222 เท่ากับ 3.82 วัน

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

10. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้
.....
.....
- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
.....
.....
- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
.....
.....
- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์
.....
.....
- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))
.....
.....

- ปัญหา/อุปสรรค
.....
.....
- แนวทางการแก้ไข
.....
.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เวลา 3 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้

12. สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำธาตุมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของธาตุต่าง ๆ และบอกผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ (K)
2. เปรียบเทียบและประเมินประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของธาตุได้ (P)
3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ (A)

3. สารการเรียนรู้

สารการเรียนรู้เพิ่มเติม	สารการเรียนรู้ท้องถิ่น
- สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย ทั้งนี้การนำธาตุไปใช้ต้องตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะสารกัมมันตรังสี ซึ่งต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม	พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา


4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

สมบัติบางประการของธาตุแต่ละชนิด ทำให้สามารถนำธาตุไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้หลากหลาย

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
<ol style="list-style-type: none">1. ความสามารถในการสื่อสาร2. ความสามารถในการคิด<ol style="list-style-type: none">1) ทักษะการสังเกต2) ทักษะการสำรวจค้นหา3) ทักษะการวิเคราะห์3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	<ol style="list-style-type: none">1. มีวินัย2. ใฝ่เรียนรู้3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

 วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (5Es Instructional Model)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นนำ

กระตุ้นความสนใจ (Engage)

- ครูทบทวนเกี่ยวกับธาตุและสารประกอบที่นักเรียนได้ศึกษาผ่านมาแล้ว ดังนี้
 - ธาตุ หมายถึง สารบริสุทธิ์เนื้อเดียว มีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว มีสมบัติเฉพาะตัว และมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวคงตัว เช่น Fe Zn Cu He Ne Ar Au เป็นต้น
 - ธาตุเป็นสารชนิดเดียวที่ไม่สามารถแยกหรือสลายออกไปเป็นสารอื่นได้ แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ตามแหล่งที่มา ได้แก่ ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และธาตุที่นักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ขึ้นในห้องทดลอง
 - ธาตุใดที่มีสมบัติส่วนใหญ่เป็นโลหะ จัดให้เป็นธาตุโลหะ และธาตุใดมีสมบัติส่วนใหญ่เป็นอโลหะ จัดให้เป็นธาตุอโลหะ สำหรับธาตุที่ไม่สามารถจัดเป็นธาตุโลหะหรือธาตุอโลหะได้ ให้จัดธาตุนั้นไว้เป็นธาตุกึ่งโลหะ เช่น โบรอน ซิลิคอน พลวง เป็นต้น
 - ธาตุสามารถแบ่งออกได้ 3 ชนิด ได้แก่ โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ
 - สารประกอบเป็นสารบริสุทธิ์ที่เกิดจากธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป รวมตัวกันทางเคมีในอัตราส่วนโดยมวลคงตัว มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวคงตัว และมีสมบัติต่างจากธาตุองค์ประกอบเดิมและไม่สามารถแยกกลับเป็นสารเดิมได้โดยง่าย เช่น CO_2 H_2O KMnO_4 HNO_3 NaCl เป็นต้น
- ครูถามคำถาม Prior Knowledge ว่า ธาตุและสารประกอบในธรรมชาติสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เลยหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ : เราสามารถนำธาตุหรือสารประกอบมาใช้ได้ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น น้ำ (H_2O) เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยออกซิเจน 1 อะตอมและไฮโดรเจน 2 อะตอมสามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้เลย แต่ถ้าต้องการความสะอาดหรือความบริสุทธิ์เพิ่มมากขึ้น จะต้องผ่านกระบวนการกรองก่อนนำไปใช้ประโยชน์)
- นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม แสดงความคิดเห็นตามความรู้และประสบการณ์ของนักเรียน โดยครูยังไม่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง
- ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูสนทนากับนักเรียนและให้นักเรียนร่วมอภิปรายและซักถาม เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียน และปรับความรู้พื้นฐานโดยทบทวนเนื้อหาเดิมที่เรียนมาแล้ว และเตรียมเนื้อหาที่จะเรียนต่อไป พร้อมทั้งชี้แจงวิธีการเรียนโดยใช้ชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจรายละเอียดยิ่งขึ้น

ชั่วโมงที่ 2

ชั้นสอน

สำรวจค้นหา (Explore)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 12 กลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนความสามารถ ซึ่งประกอบด้วยเด็กเรียนเก่ง เด็กเรียนปานกลาง และเด็กเรียนอ่อน เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมมือกันในการปฏิบัติกิจกรรมและช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม พร้อมกับจัดห้องเรียนและจัดชั้นเรียนแบบเป็นกลุ่ม และจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อย
2. แต่ละกลุ่มเลือกประธาน รองประธาน และเลขานุการ จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลากเพื่อเข้าเรียนตามศูนย์การเรียนแต่ละศูนย์ ดังนี้
 - ศูนย์การเรียนที่ 1 เรื่อง ธาตุแคลเซียม (Ca)
 - ศูนย์การเรียนที่ 2 เรื่อง ธาตุอะลูมิเนียม (Al)
 - ศูนย์การเรียนที่ 3 เรื่อง ธาตุซิลิคอน (Si)
 - ศูนย์การเรียนที่ 4 เรื่อง ธาตุไนโตรเจน (N)
 - ศูนย์การเรียนที่ 5 เรื่อง ธาตุฟอสฟอรัส (F)
 - ศูนย์การเรียนที่ 6 เรื่อง ธาตุออกซิเจน (O)
 - ศูนย์การเรียนที่ 7 เรื่อง ธาตุไอโอดีน (I)
 - ศูนย์การเรียนที่ 8 เรื่อง ธาตุเหล็ก (Fe)
 - ศูนย์การเรียนที่ 9 เรื่อง ธาตุทองแดง (Cu)
 - ศูนย์การเรียนที่ 10 เรื่อง ธาตุสังกะสี (Zn)
 - ศูนย์การเรียนที่ 11 เรื่อง ธาตุโครเมียม (Cr)
 - ศูนย์การเรียนที่ 12 เรื่อง ธาตุเรเดียม (Ra)
3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์การเรียน โดยแต่ละศูนย์การเรียนประกอบด้วยบัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรคำถาม บัตรเฉลย ครูควรเก็บบัตรเฉลยไว้กับครู เพื่อให้ นักเรียนรับบัตรเฉลยเมื่อทำกิจกรรมในบัตรคำถามเรียบร้อยแล้ว
4. ครูคอยสังเกตนักเรียนอย่างใกล้ชิดในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม และคอยแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนบางคน หรือบางกลุ่มมีปัญหา
5. เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์การเรียนเสร็จแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรมจากศูนย์การเรียน และเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์ลงในกระดาษปอโดยใช้สีเขียน

ชั่วโมงที่ 3

อธิบายความรู้ (Explain)

1. นักเรียนร่วมกันนำเสนอและสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมจากศูนย์การเรียนรู้
2. ครูถามคำถาม แล้วให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม เพื่อเป็นการอธิบายความรู้ให้กับนักเรียน เช่น
 - 1) ธาตุอะลูมิเนียมเตรียมได้โดยวิธีใด
(แนวตอบ : แยกด้วยกระแสไฟฟ้า)
 - 2) ในสิ่งมีชีวิตสามารถพบธาตุแคลเซียมได้บริเวณใด
(แนวตอบ : กระดูกและฟัน)
 - 3) ทองแดงมีความสำคัญกับร่างกายอย่างไร
(แนวตอบ : ช่วยในการสังเคราะห์ไขมันบางชนิด)
 - 4) เหล็กกล้าเป็นส่วนผสมระหว่างเหล็กกับธาตุใด
(แนวตอบ : ธาตุคาร์บอน)
 - 5) ทำไมจึงนิยมใช้โครเมียมเคลือบผิวโลหะชนิดอื่น ๆ
(แนวตอบ : ทนต่อการผุกร่อนและสารเคมี)
 - 6) ไอโอดีนพบได้ในบริเวณใดบ้าง
(แนวตอบ : น้ำทะเล สำหรับทะเลบางชนิด และพบในสินแร่ในรูปสารประกอบโซเดียมไอโอเดต (NaIO_3))
 - 7) บริเวณใดพบไนโตรเจนมากที่สุด
(แนวตอบ : อากาศ)
 - 8) ธาตุชนิดใดพบอยู่ในรูปของแร่แมกนีไทต์
(แนวตอบ : เหล็ก)
3. ครูอธิบายสรุปเกี่ยวกับเนื้อหา หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สอบถาม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ขั้นสรุป

ขยายความเข้าใจ (Expand)

1. นักเรียนร่วมกันนำเสนอและสรุปเนื้อหาที่ได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจากศูนย์การเรียนรู้เป็นผังมโนทัศน์ โดยครูคอยให้คำแนะนำและร่วมอภิปรายเพิ่มเติม
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับประโยชน์ของธาตุและสารประกอบบางชนิดในสิ่งมีชีวิตและในสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต
3. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2.11 เรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ในแบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1

5. ครูให้นักเรียนอ่าน summary ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ เพื่อเป็นการ ทบทวนความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมา
6. ครูให้นักเรียนทำ Self Check จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 93 เพื่อตรวจสอบตัวเอง
7. ครูให้นักเรียนทำ Unit Question 2 จากหนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน้า 94-97
8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน

ตรวจสอบผล (Evaluate)

1. ครูประเมินผลโดยการสังเกตการตอบคำถาม และการร่วมกันทำผลงาน
2. ครูตรวจสอบผลจากการทำใบงานที่ 2.11 เรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบฝึกหัด
4. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Self Check
5. ครูตรวจสอบผลจากการทำ Unit Question 2
6. ครูตรวจสอบผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
7. ครูวัดและประเมินผลจากชิ้นงานที่นักเรียนได้สร้างขึ้นจากขั้นขยายความเข้าใจ

7. การวัดและการประเมินผล

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7.1 การประเมินระหว่าง การจัดกิจกรรม 1) ธาตุและ สารประกอบใน สิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม	- ตรวจใบงานที่ 2.11 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 2.11 - แบบฝึกหัด	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2) การนำเสนอผลงาน	- ประเมินการนำเสนอ ผลงาน	- แบบประเมินการ นำเสนอผลงาน	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
3) พฤติกรรม การทำงาน รายบุคคล	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานรายบุคคล	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
4) พฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	- แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
5) คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- สังเกตความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่น ในการทำงาน	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
7.2 การประเมินหลังเรียน			

รายการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
- แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อะตอมและ ตารางธาตุ	ตรวจแบบทดสอบหลัง เรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	ประเมินตามสภาพจริง

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 2) แบบฝึกหัดเคมี ม.4 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ
- 3) ใบงานที่ 2.11 เรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 4) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุด
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

ใบงานที่ 2.11

เรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนยกตัวอย่างการนำธาตุแต่ละชนิดไปใช้ประโยชน์

ธาตุ	สัญลักษณ์	การนำไปใช้ประโยชน์
อะลูมิเนียม
ออกซิเจน
ซิลิคอน
ทองแดง
แคลเซียม
โครเมียม
สังกะสี
ไนโตรเจน

ใบงานที่ 2.11

เฉลย

เรื่อง ธาตุและสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนยกตัวอย่างการนำธาตุแต่ละชนิดไปใช้ประโยชน์

ธาตุ	สัญลักษณ์	การนำไปใช้ประโยชน์
อะลูมิเนียม	Al	ใช้ทำแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อใช้ห่ออาหารเมื่อนำไปเผา หรือให้ความร้อน ใช้ทำส่วนประกอบของเครื่องบินและสายไฟฟ้าแรงสูง
ออกซิเจน	O	ใช้ในกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต และการสันดาปอาหารในร่างกาย เมื่อเราหายใจเข้าไปออกซิเจนจะเคลื่อนตัวไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยเกาะไปกับเลือด ซึ่งจะช่วยในการเผาผลาญอาหาร
ซิลิคอน	Si	ใช้เป็นสารกึ่งตัวนำสำหรับทำวงจรไฟฟ้าขนาดเล็ก เพื่อใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ไมโครคอมพิวเตอร์ วิทยุ โทรทัศน์ เซลล์สุริยะ เป็นต้น
ทองแดง	Cu	เนื่องจากเป็นโลหะอ่อน จึงจัดเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ง่าย นำไฟฟ้าได้ดี ประโยชน์ส่วนใหญ่จึงใช้ในแง่ของงานด้านไฟฟ้า เช่น ทำสายไฟฟ้า อุปกรณ์ และเครื่องมือไฟฟ้าต่าง ๆ หม้อน้ำรถยนต์ เป็นต้น
แคลเซียม	Ca	CaCO ₃ จากหินปูนใช้ทำปูนขาว ดินสอพอง ซอล์ก และเครื่องปั้นดินเผา CaSO ₄ จากยิปซัมใช้ในอุตสาหกรรมแผ่นวัสดุกันความร้อน เช่น ยิปซัมบอร์ด ใช้ในอุตสาหกรรมแก้วและซีเมนต์
โครเมียม	Cr	ใช้เป็นส่วนประกอบของเหล็กกล้าสำหรับทำตู้นิรภัย เครื่องยนต์กลไก เกอระกันกระสุน เครื่องบินไอพ่น และจรวด เนื่องจากความแข็งแรงทนทาน เหนียว
สังกะสี	Zn	ใช้ชุบเหล็กกล้าเพื่อเป็นสังกะสีมุงหลังคา ทำถังบรรจุน้ำ ซึ่งป้องกันการผุกร่อนได้ ใช้ในอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย โดยทำเป็นกล่องด้านนอกของถ่านไฟฉาย ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นขั้วลบของเซลล์
ไนโตรเจน	N	ยูเรีย นอกจากจะเป็นปุ๋ยแล้ว ยังใช้เป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีน โดยการผสมกับอาหารของวัวและควาย ในทางการแพทย์ใช้เตรียมตัวยางบางชนิด เช่น ยานอนหลับ ยาขับปัสสาวะ

9. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

10. บันทึกผลหลังการสอน

- ด้านความรู้

.....

.....

- ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

- ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

- ด้านความสามารถทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

- ด้านอื่น ๆ (พฤติกรรมเด่น หรือพฤติกรรมที่มีปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ถ้ามี))

.....

.....

- ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

- แนวทางการแก้ไข

.....

.....