

แบบฟอร์มแผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อ-นามสกุล..... จักรพงศ์ ปินชัย..... โรงเรียน..... ราชินี.....
รายวิชา..... ว32223 เคมี 3..... ระดับชั้น..... มัธยมศึกษาปีที่ 5.....
ชื่อหน่วยการเรียนรู้..... แก๊สและสมบัติของแก๊ส..... เวลา..... 18..... ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... 1..... เรื่อง..... ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส..... เวลา..... 2..... ชั่วโมง

1. สาระสำคัญ

..... ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กล่าวว่า อนุภาคของแก๊สมีขนาดเล็กมาก ไม่มีแรงกระทำระหว่างอนุภาค จึงทำให้แก๊สสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระและเกิดการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ แก๊สทุกชนิดจะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน ณ อุณหภูมิเดียวกัน แก๊สที่มีลักษณะเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ เรียกว่า แก๊สอุดมคติ.....

2. มาตรฐานและตัวชี้วัด

..... สาระเคมี ข้อ 1. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการเรียนรู้ที่ 5. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม

ผลการเรียนรู้ที่ 6. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม.....

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

สมรรถนะที่ 1. ความสามารถในการสื่อสาร.....

ตัวชี้วัดที่ 1.1. ใช้ภาษาถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก และทัศนะของตนเองด้วยการพูดและการเขียน
พฤติกรรมบ่งชี้..... เขียนถ่ายทอดความคิด ความรู้สึกและทัศนะของตนเองจากสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ด้วยภาษาของตนเอง
พร้อมยกตัวอย่างประกอบได้.....

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

..... 1. ใฝ่เรียนรู้ (เอาใจใส่และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้).....

..... 2. มุ่งมั่นในการทำงาน (ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จ).....

5. เป้าหมายการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (เฉพาะแผนนี้)

เขียนข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของแก๊สไฮโดรเจน พร้อมระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว โดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่เขียน พร้อมทั้งแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่เลือกอย่างสมเหตุสมผล

6. จุดประสงค์การเรียนรู้

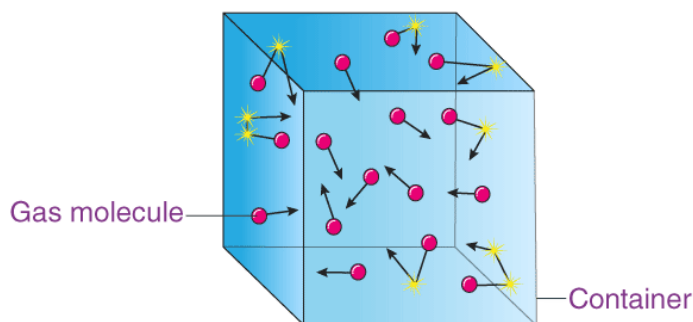
1. ใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สในการอธิบายลักษณะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของแก๊ส (K)
2. สังเกตและระบุลักษณะของแก๊สจากสื่อจำลอง Phet Interactive Simulations (S)
3. วาดแผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของแก๊สไฮโดรเจนจากถังบรรจุเข้าสู่ลูกโป่ง (S)
4. ไม่ย่อท้อต่อการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายการเคลื่อนที่เข้าไปในลูกโป่งสวรรค์ของแก๊สไฮโดรเจน (A)

7. เนื้อหาสาระ

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ทฤษฎีจลน์โมเลกุลของแก๊ส (Kinetic Molecular Theory of Gases; KMT) เป็นแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ร่วมกันพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายลักษณะที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่าของแก๊สในระดับมหภาค (Macroscopic level) ซึ่งแตกต่างกันไปในสภาวะต่าง ๆ เช่น รูปร่าง ปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ การเคลื่อนที่ โดยอ้างอิงจากผลการศึกษาในระดับจุลภาคของแก๊ส (Microscopic level) เช่น การจัดเรียงตัว แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค แนวคิดดังกล่าวตั้งอยู่บนข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับสมบัติเฉพาะตัวของอนุภาคแก๊ส มีทั้งหมด 4 ข้อ ดังนี้

1. แก๊สประกอบด้วยอนุภาคจำนวนมากและแต่ละอนุภาคอยู่ห่างกันมาก ช่องว่างระหว่างอนุภาคจึงมีขนาดใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดอนุภาค ระยะห่างระหว่างอนุภาคถือว่ามีค่าสูงมาก กล่าวได้ว่า ขนาดหรือปริมาตรอนุภาคแก๊สมีขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับช่องว่างดังกล่าว จนถือว่า อนุภาคแก๊สไม่มีปริมาตร
2. เมื่อระยะห่างระหว่างอนุภาคแก๊สมีค่าสูงมาก อันตรกิริยาระหว่างอนุภาคแก๊สจึงอ่อนมาก ถือว่า ไม่มีแรงกระทำใด ๆ ระหว่างอนุภาคแก๊ส หรืออนุภาคแก๊สเป็นอิสระจากกัน
3. อนุภาคแก๊สเป็นอิสระจากกัน จึงมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงแบบสุ่มอยู่ตลอดเวลา จนกว่าอนุภาคนั้น จะเกิดการชนกับอนุภาคอื่น หรือชนกับผนังภาชนะ จึงจะเปลี่ยนทิศทาง โดยการชนที่เกิดขึ้นเป็นการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ (elastic collision) คือ พลังงานจลน์เฉลี่ยของอนุภาคแก๊สจะไม่สูญหาย รูปร่างของอนุภาคแก๊สไม่เปลี่ยนแปลง
4. พลังงานจลน์เฉลี่ยของแก๊สจะขึ้นกับอุณหภูมิเพียงปัจจัยเดียว ดังนั้น สภาวะที่มีอุณหภูมิเท่ากัน แก๊สทุกชนิด จะมีพลังงานจลน์เฉลี่ยเท่ากัน



ภาพแสดงลักษณะของแก๊สตามทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ที่มา : <https://byjus.com/physics/kinetic-theory-of-gases-assumptions/>

จากทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เราสามารถแบ่งแก๊สออกเป็นสองประเภท ได้แก่

1. แก๊สอุดมคติ (Ideal gases) คือ แก๊สที่มีพฤติกรรมเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ
2. แก๊สจริง (Real gases) คือ แก๊สที่มีพฤติกรรมต่างไปจากที่ระบุไว้ในทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยแก๊สจริงจะมีลักษณะคล้ายกับแก๊สอุดมคติ เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำ และมีความดันต่ำ

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะถือว่าแก๊สที่ศึกษาเป็นแก๊สอุดมคติ มีลักษณะตรงตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ เพื่อให้สะดวกต่อการทำความเข้าใจและการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ

นอกจากใช้แบ่งประเภทของแก๊สแล้ว ข้อสันนิษฐานข้างต้น ยังสามารถอธิบายลักษณะเฉพาะตัวของแก๊ส ณ สภาวะปกติ ที่แตกต่างจากสารในสถานะอื่น ๆ ได้ดังนี้

1. แก๊สสามารถขยายตัวได้ การขยายตัวในที่นี้ จะหมายถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาตรอย่างรวดเร็ว เช่น การพองของถุงลมปอด การเกิดพองเมื่อเขย่าขวดน้ำอัดลม การส่งกลิ่นเหม็นของน้ำที่เน่าเสีย สิ่งเหล่านี้เป็นผลมาจากการที่อนุภาคแก๊สไม่มีแรงกระทำระหว่างอนุภาค และมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา เมื่อมีแก๊สเกิดขึ้น ณ สถานที่ใดก็ตาม อนุภาคของมัน จะสามารถแพร่กระจายออกไปยังบริเวณรอบ ๆ ได้ทันที หากไม่มีวัตถุใดมาขวางกั้น บริเวณที่แก๊สครอบครองอยู่ หรือปริมาตรของแก๊สจึงเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จึงเป็นที่มาของลักษณะที่ว่า แก๊สสามารถขยายตัวได้ แตกต่างจากอนุภาคของของแข็งและของเหลวที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคสูงกว่า จึงเคลื่อนที่ได้ช้า ทำให้ไม่สามารถขยายตัวในสภาวะปกติได้

2. แก๊สสามารถถูกบีบอัดได้ สังเกตได้จากการที่เราสามารถบรรจุแก๊สปริมาณมาก ๆ ลงในภาชนะที่มีขนาดเล็กกว่าปริมาตรที่แท้จริงของแก๊สได้ เช่น ขวดสเปรย์ดับกลิ่นรูปแบบต่าง ๆ ถังหรือกระป๋องแก๊สหุงต้ม ผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถใช้ได้หลายครั้ง จนกว่าแก๊สที่บรรจุอยู่ในจะหมด ต่างจากของแข็งหรือของเหลว ที่เมื่อเทออกจากภาชนะแล้วจะหมดในทันที ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอาศัยการที่ช่องว่างระหว่างอนุภาคแก๊สมีขนาดใหญ่ จึงสามารถระยะห่างระหว่างอนุภาคของแก๊สให้เล็กลงได้ เมื่ออนุภาคแก๊สมาอยู่ใกล้กัน แรงกระทำระหว่างอนุภาคก็ยังคงมีค่าน้อย จึงไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อภาชนะที่ใช้บรรจุ แต่มีข้อควรระวัง ตามคำเตือนที่ระบุไว้ข้างภาชนะ คือ อย่าเก็บไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง เพราะจะทำให้แก๊สมีพลังงานจลน์สูงขึ้น และภาชนะอาจเสียหายได้จากการระเบิด

3. แก๊สมีความหนาแน่นต่ำ เราเปรียบเทียบความหนาแน่นได้จากการจม-ลอยของสิ่งนั้น ๆ หากสิ่งใดสามารถลอยในอีกสิ่งหนึ่งได้ แสดงว่า สิ่งที่ลอย มีความหนาแน่นต่ำกว่า เช่น พองอากาศในตู้ปลา ที่มักจะลอยตัวขึ้นไปยังบริเวณผิวน้ำอยู่เสมอ แสดงว่า พองอากาศมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ ที่พองอากาศมีความหนาแน่นต่ำ เป็นผลมาจากการที่อนุภาคที่อยู่ในพองอากาศ มีระยะห่างระหว่างอนุภาคค่อนข้างมาก ทำให้พองอากาศจะมีอัตราส่วนจำนวนอนุภาคต่อปริมาตรน้อยกว่าน้ำ หากพิจารณาในลักษณะอัตราส่วนระหว่างมวลต่อปริมาตร ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน เพราะในปริมาตรที่เท่ากัน พองอากาศที่มีความหนาแน่นของจำนวนอนุภาคน้อยกว่าน้ำ ย่อมมีมวลน้อยกว่าน้ำเช่นกัน เมื่อนำไปคำนวณ อัตราส่วนระหว่างมวลต่อปริมาตรของพองอากาศจึงมีค่าน้อยกว่าน้ำ

8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 1) คลิปวิดีโอ ลูกโป่งสวรรค์ทำจากกระป๋องเปียร์ จาก <https://www.youtube.com/shorts/7mn4OZLCW2E>
- 2) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 3) ใบกิจกรรมเสริมต่อการเรียนรู้ ลำดับที่ 1
- 4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์
- 5) หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 3
- 6) สื่อจำลอง Phet Interactive Simulations หัวข้อ States of Matter: Basics จาก https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_all.html

9. วิธีการดำเนินกิจกรรม ตามแนวคิด Active Learning

(แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน :...Model-based Inquiry ตามแนวทางของ Ambitious Science Teaching...)

ขั้นที่ 1 การรวบรวมความคิด (Eliciting Students Ideas) (20 นาที)

- 1) นักเรียนจับกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 4 – 5 คน ทั้งหมด 8 กลุ่ม โดยครูเน้นย้ำว่า กลุ่มที่เลือกนี้จะต้องร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมให้สำเร็จลุล่วงไปจนจบหน่วยการเรียนรู้ พร้อมแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

2) ครูแสดงภาพตัวอย่างของลูกโป่งสวรรค์ และใช้คำถามดังนี้



ที่มา : <https://www.facebook.com/photo?fbid=888408058334676&set=pcb.888408105001338>

- สิ่งที่อยู่ในภาพคืออะไร

แนวคำตอบ ลูกโป่งสวรรค์/ลูกโป่งงานวัด

- ลูกโป่งที่อยู่ในภาพ ต่างจากลูกโป่งปกติในชีวิตประจำวันอย่างไร

แนวคำตอบ ทำจากวัสดุต่างชนิดกัน/สามารถลอยอยู่ในอากาศได้/มีราคาแพงกว่า/อัดด้วยแก๊สชนิดพิเศษ

- เพราะเหตุใดลูกโป่งสวรรค์จึงสามารถลอยได้

แนวคำตอบ เพราะลูกโป่งสวรรค์บรรจุด้วยแก๊สที่ต่างไปจากลูกโป่งทั่วไป

- แก๊สที่บรรจุในลูกโป่งสวรรค์ คือแก๊สอะไร

แนวคำตอบ แก๊สไฮโดรเจน/แก๊สฮีเลียม/แก๊สออกซิเจน/แก๊สอื่น ๆ ตามความคิดเห็นของนักเรียน

3) ครูเปิดคลิปวิดีโอ “ลูกโป่งสวรรค์ทำจากกระป๋องเปียร์” จากนั้นใช้คำถามดังนี้

- จากคลิปวิดีโอ การผลิตแก๊สเพื่อบรรจุในลูกโป่ง ต้องใช้สิ่งใดเป็นส่วนผสมบ้าง

แนวคำตอบ กระป๋องอะลูมิเนียม โซดาไฟ น้ำ

- นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในถังบรรจุได้อย่างไร

แนวคำตอบ $Al (s) + NaOH (s) + H_2O (l) \longrightarrow \dots$ (คาดว่า นักเรียนจะเขียนได้เฉพาะสารตั้งต้นของปฏิกิริยาเท่านั้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความซับซ้อน และนักเรียนไม่เคยเจอมาก่อน ครูจะเป็นผู้เฉลยสมการที่สมบูรณ์ คือ $2Al (s) + 2NaOH (s) + 2H_2O (l) \longrightarrow 2NaAlO_2 (aq) + 3H_2 (g)$)

- จากสมการ นักเรียนทราบหรือยังว่าแก๊สชนิดใดคือแก๊สที่บรรจุในลูกโป่งสวรรค์

แนวคำตอบ ทราบแล้ว คือ แก๊สไฮโดรเจน

- เพราะเหตุใด การบรรจุด้วยแก๊สไฮโดรเจน จึงทำให้ลูกโป่งสามารถลอยได้

แนวคำตอบ แก๊สไฮโดรเจนมีมวลน้อยกว่าอากาศ/แก๊สไฮโดรเจนมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศ (ครูอธิบายคำตอบที่ถูกต้องว่า เป็นเพราะแก๊สไฮโดรเจนมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศ)

- นักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่า แก๊สไฮโดรเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร หลังจากเปิดวาล์วของถังบรรจุแก๊ส

แนวคำตอบ แก๊สไฮโดรเจนเคลื่อนที่เข้าไปในลูกโป่ง

- เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่า แก๊สไฮโดรเจน เคลื่อนที่เข้าไปในลูกโป่ง

แนวคำตอบ ลูกโป่งพองออก/ลูกโป่งค่อย ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น

- 4) ครูให้นักเรียนวาดแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแก๊สไฮโดรเจน หลังจากเปิดวาล์วของถังบรรจุแก๊ส ลงในช่องว่างของหน้าที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส
- 5) ครูกล่าวเชื่อมโยงเข้าสู่ขั้นต่อไป โดยใช้คำถามว่า นักเรียนจะสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจนเมื่อเปิดวาล์วที่ตนเองวาดได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนความคิด (Supporting Students' On-Going Changes in Thinking) (70 นาที)

- 6) ครูกล่าวว่า ในการตรวจสอบความถูกต้องนั้น นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อยืนยันในคำตอบของตนเอง โดยเริ่มต้นจากการตั้งสมมติฐานในรูปแบบที่ครูกำหนด เพื่อใช้สมมติฐานดังกล่าวเป็นแนวทางในการออกแบบขั้นตอนรวบรวมข้อมูล

➤ รูปแบบสมมติฐาน

“เมื่อเราเชื่อว่า (ความสัมพันธ์ตามแผนภาพที่สร้าง)
เราจึง (สังเกต/ทดสอบภายใต้เงื่อนไขดังกล่าว)
แล้วเราควรจะสังเกตได้ว่า (ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น)”

➤ ตัวอย่างสมมติฐาน

เมื่อเราเชื่อว่า หลังจากเปิดวาล์วของถังบรรจุ แก๊สไฮโดรเจนจะเคลื่อนที่เข้าสู่ภายในลูกโป่ง
เราจึงนำลูกโป่งที่มีรูปร่างแตกต่างกันมาต่อกับถังบรรจุ โดยวางตำแหน่งของท่อนำแก๊สในลักษณะที่แตกต่างกัน
แล้วเปิดวาล์วของถังบรรจุ
แล้วเราควรจะสังเกตได้ว่า ลูกโป่งที่มีรูปร่างแตกต่างกันค่อย ๆ มีขนาดเพิ่มขึ้น หลังจากเปิดวาล์วของถังบรรจุ
ไม่ว่าจะวางท่อนำแก๊สไว้ในลักษณะใด

- 7) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนสมมติฐานตามรูปแบบที่ครูได้อธิบายลงในหัวข้อที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 1 จากนั้นจึงร่วมกันออกแบบขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล โดยยึดตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเขียนขั้นตอนทั้งหมดลงไปในลงในหัวข้อที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 1 ซึ่งครูผู้สอนจะชี้แนะโดยการวางอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลูกโป่งรูปร่างต่าง ๆ ขวดรูปخمพู่ จุกยาง ท่อนำแก๊ส แผ่นอะลูมิเนียม สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ไม้บรรทัดของนักเรียน

- 8) นักเรียนลงมือรวบรวมข้อมูลตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ และบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในหัวข้อที่ 3 ของใบกิจกรรมที่ 1

- 9) ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 2 – 3 กลุ่ม ออกมานำเสนอผลการรวบรวมข้อมูล จากนั้นครูนำอภิปรายเมื่อตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จ ตามประเด็นที่ปรากฏด้านล่าง โดยนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ พิจารณารายละเอียดของกลุ่มตนเองไปพร้อม ๆ กัน

- ขั้นตอนที่ลงมือทำสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร
- หลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติแล้ว นักเรียนคิดว่า ขั้นตอนได้ออกแบบไว้ได้เป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพ
- หลังจากที่ได้ลงมือปฏิบัติแล้ว นักเรียนคิดว่า ขั้นตอนได้ออกแบบไว้ขั้นตอนใด ควรจะปรับปรุงเพิ่มเติม
- ขั้นตอนที่นักเรียนออกแบบมานั้น มีข้อจำกัดหรือไม่ อย่างไร
- แต่ละกลุ่ม มีข้อมูลใดที่เหมือนกัน หรือมีข้อมูลใดที่ต่างกันบ้าง
- นักเรียนคิดว่า ข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้น เพียงพอที่จะสนับสนุนคำตอบหรือไม่ อย่างไร
- นักเรียนคิดว่า การตอบคำถามที่มีข้อมูลสนับสนุนแล้วนั้น เพียงพอที่ทำให้ผู้อื่นยอมรับและเชื่อถือหรือไม่

10) จากประเด็นในการอภิปรายข้อสุดท้าย ครูผู้สอนกล่าวเชื่อมโยงไปสู่การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พร้อมกับแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

11) นักเรียนแต่ละคนศึกษาใบกิจกรรม ในหัวข้อ ความหมายและองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นครูใช้คำถาม ดังนี้

- การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์คืออะไร

แนวคำตอบ การลงข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นที่สนใจอย่างสมเหตุสมผลและน่าเชื่อถือ

- การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ อะไรบ้าง

แนวคำตอบ สามองค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

- องค์ประกอบใดที่จะต้องมีหลักการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง

แนวคำตอบ การให้เหตุผล

- นักเรียนคิดว่า หลักฐานที่มีความเหมาะสม หมายความว่าอย่างไร

แนวคำตอบ เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่สนใจโดยตรง

- นักเรียนคิดว่า หลักฐานที่เพียงพอ หมายความว่าอย่างไร

แนวคำตอบ ใช้ข้อมูลมากกว่าหนึ่งข้อมูลในการสนับสนุนคำตอบของประเด็นที่สนใจ

- นักเรียนคิดว่า กิจกรรมที่ได้ลงมือทำ สอดคล้องกับกระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ สอดคล้อง เพราะมีการให้คำตอบแก่ประเด็นที่สนใจ มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

- หากนักเรียนจะสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้กับการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจน เมื่อเปิดวาล์วของถังบรรจุ นักเรียนจะต้องเพิ่มในองค์ประกอบใด และเพิ่มอย่างไร

แนวคำตอบ เพิ่มการให้เหตุผล โดยจะต้องหาหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแก๊สมาสนับสนุนเพิ่มเติม

12) นักเรียนแต่ละคนศึกษาตัวอย่างการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสกัดสีเขียวอ่อนจากตะไคร้หอม โดยครูคอยใช้คำถามชี้แนะและตรวจสอบความเข้าใจ ดังนี้

- คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสกัดสีเขียวอ่อนจากตะไคร้หอม มีการเรียงลำดับองค์ประกอบอย่างไร

แนวคำตอบ หลักฐาน ข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผล

- การสกัดสีเขียวอ่อนจากตะไคร้หอมมีข้อสรุปว่าอย่างไร (ถามเกี่ยวกับข้อกล่าวอ้าง)

แนวคำตอบ เอทานอลเหมาะสำหรับใช้สกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม

- ข้อมูลที่ใช้สนับสนุนว่า เอทานอลเหมาะสำหรับใช้สกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม ประกอบด้วยกี่ข้อมูล อะไรบ้าง

แนวคำตอบ 2 ข้อมูล คือ การสกัดด้วยเอทานอลจะได้ของเหลวสีเขียวอ่อน มีกลิ่นตะไคร้หอมปนกลิ่นเอทานอล และ การสกัดด้วยน้ำจะได้ของเหลวสีขาวขุ่น มีกลิ่นตะไคร้หอม

- นักเรียนคิดว่า ข้อมูลการสกัดด้วยน้ำ เหมาะสมที่จะใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน

- หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้ห้อม มีหลักการ อะไรบ้าง
แนวคำตอบ 2 หลักการ คือ การสกัดสารจะอาศัยหลักการละลายของสาร และ ในตัวทำละลายต่างชนิดกัน สารจะละลายได้ดีไม่เท่ากัน
- ตัวอย่างคำที่ใช้เชื่อมระหว่างแต่ละองค์ประกอบ มีคำว่าอะไรบ้าง และเชื่อมในองค์ประกอบส่วนใด
แนวคำตอบ และ - เชื่อมหลักฐานกับหลักฐาน, แสดงว่า - เชื่อมหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง, บ่งบอกว่า - เชื่อมหลักการทางวิทยาศาสตร์กับหลักฐาน และ จึงนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า - เชื่อมหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง
- จากตัวอย่าง นักเรียนคิดว่า องค์ประกอบใดของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างได้ยากที่สุด
แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน
- หากนักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง นักเรียนจะเริ่มสร้างจากองค์ประกอบใด เพราะเหตุใด
แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน

13) นักเรียนฝึกสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในตัวอย่างที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 2 เป็นรายบุคคล โดยครูชี้แจงว่า ข้อความที่ต่อท้ายในแต่ละองค์ประกอบ จะเป็นเหมือนกับคำใบ้ที่ช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ประกอบของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น เมื่อนักเรียนส่วนใหญ่ สร้างคำอธิบายเสร็จ ครูใช้คำถามดังนี้

- นักเรียนสร้างองค์ประกอบใดเป็นองค์ประกอบแรก เพราะเหตุใดจึงเลือกสร้างองค์ประกอบดังกล่าวก่อน
แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน
- จากตัวอย่างที่ 1 นักเรียนคิดว่า ของแข็งหมายเลขใดเป็นสารชนิดเดียวกัน
แนวคำตอบ หมายเลข 2 และหมายเลข 4
- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่า ของแข็งหมายเลข 2 และ 4 เป็นสารชนิดเดียวกัน
แนวคำตอบ ตามคำใบ้ คือ จะต้องมียข้อมูล 3 ประเด็น ที่เหมือนกัน ซึ่งมีของแข็งเพียงสองหมายเลขเท่านั้น ที่มีข้อมูลเหมือนกันครบ 3 ประเด็น
- นักเรียนใช้หลักการใดบ้าง ในการพิจารณาว่า ของแข็งหมายเลข 2 และ 4 เป็นสารชนิดเดียวกัน
แนวคำตอบ หลักการเกี่ยวกับสมบัติของสาร คือ สารชนิดเดียวกัน จะมีสมบัติเหมือนกัน
- จากหลักฐานที่ตอบมา อะไรคือสมบัติของสารบ้าง
แนวคำตอบ การละลายน้ำ จุดหลอมเหลว และสี
- เพราะเหตุใดมวลจึงไม่จัดเป็นสมบัติของสาร
แนวคำตอบ เพราะสารแต่ละชนิดสามารถมีมวลเท่ากันได้/มวลไม่ได้เป็นค่าเฉพาะของสารใดสารหนึ่ง ดังนั้น มวลจึงไม่จัดเป็นสมบัติของสาร

14) นักเรียนสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามตัวอย่างที่ 2 เป็นรายบุคคล โดยอาศัยประสบการณ์จากตัวอย่างที่ 1

15) ครูกล่าวย้อนถึง การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้กับการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจน เมื่อเปิดวาล์วของถังบรรจุ ที่ยังขาดองค์ประกอบด้านการให้เหตุผล เพื่อให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ “ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส” จากหนังสือเรียนหน้า 38 จากนั้น จึงใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ดังนี้

- ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อธิบายเกี่ยวกับอนุภาคแก๊สไว้ว่าอย่างไร
แนวคำตอบ อนุภาคแก๊สมีขนาดเล็กมาก
- การที่อนุภาคแก๊สที่มีขนาดเล็กมาก ส่งผลกระทบอย่างไร
แนวคำตอบ ทำให้มีช่องว่างระหว่างอนุภาคค่อนข้างมาก แรงกระทำระหว่างอนุภาคจึงมีค่าน้อย
- การเคลื่อนที่ของอนุภาคแก๊สมีลักษณะอย่างไร
แนวคำตอบ เคลื่อนที่อย่างอิสระอยู่ตลอดเวลาด้วยอัตราเร็วที่คงที่ และมีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละอนุภาค เคลื่อนที่ในทิศทางที่ไม่แน่นอน จะเปลี่ยนทิศทางก็ต่อเมื่อเกิดการชน
- หากอนุภาคแก๊สมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา แสดงว่าอนุภาคแก๊สมีพลังงานใด
แนวคำตอบ พลังงานจลน์
- พลังงานจลน์เฉลี่ยของอนุภาคแก๊สขึ้นกับปัจจัยใด
แนวคำตอบ อุณหภูมิ
- เมื่ออนุภาคแก๊สเกิดการชน ส่งผลต่อพลังงานจลน์หรือไม่ อย่างไร
แนวคำตอบ อาจส่งผลต่อพลังงานจลน์ของแต่ละอนุภาค แต่ไม่ส่งผลต่อพลังงานจลน์เฉลี่ยที่เป็นค่ารวม เนื่องจากการชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์ จึงไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์รวม
- หากแก๊สฮีเลียมมีคุณสมบัติเป็นแก๊สอุดมคติ แก๊สฮีเลียมจะมีลักษณะอย่างไร
แนวคำตอบ มีลักษณะตรงตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สทุกประการ (อาจตอบเป็นรายละเอียดย่อย ๆ ได้)

16) ครูอธิบายลักษณะของสารในสถานะต่าง ๆ เพิ่มเติม โดยใช้ Phet Interactive Simulations หัวข้อ States of Matter: Basics เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า อนุภาคของสารในสถานะแก๊สจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากสารในสถานะของแข็งและของเหลว จากนั้นใช้คำถาม ดังนี้

- การจัดเรียงอนุภาคของสารแต่ละสถานะ มีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร
แนวคำตอบ การจัดเรียงอนุภาคของสารแต่ละสถานะมีลักษณะแตกต่างกัน โดยของแข็ง อนุภาคจะเรียงชิดติดกันมากที่สุด ของเหลวรองลงมา และแก๊สอนุภาคจะอยู่ห่างกันมากที่สุด
- อนุภาคของสารแต่ละสถานะมีการเคลื่อนที่หรือการเคลื่อนไหว เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
แนวคำตอบ อนุภาคของสารจะมีการเคลื่อนที่หรือการเคลื่อนไหวแตกต่างกัน โดยอนุภาคของของแข็ง จะมีการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวน้อยที่สุด อนุภาคของของเหลวมีการเคลื่อนที่มากขึ้น และแก๊สมีการเคลื่อนที่มากที่สุด คือเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา แม้ว่าจะมีอุณหภูมิไม่สูงมาก
- หากอุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น อนุภาคของสารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
แนวคำตอบ อนุภาคของสารจะสั่นแรงขึ้น/มีการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น
- แก๊สสามารถเกิดการขยายตัว/แพร่กระจายได้ หมายความว่าอย่างไร
แนวคำตอบ แก๊สสามารถเคลื่อนที่จากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่งได้

- นักเรียนจะใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สมาอธิบายคุณสมบัติดังกล่าวอย่างไร

แนวคำตอบ จากการที่อนุภาคแก๊สไม่มีแรงกระทำระหว่างกัน จึงทำให้อนุภาคแก๊สสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นเมื่อมีแก๊สเกิดขึ้นที่ใด อนุภาคแก๊สแต่ละอนุภาคจึงสามารถเคลื่อนที่แผ่กระจายออกไปในบริเวณโดยรอบได้ หากภาชนะที่บรรจุแก๊สอยู่ไม่ถูกปิดไว้ จึงทำให้มีบริเวณที่ครอบครองเพิ่มมากขึ้น ลักษณะดังกล่าวบ่งบอกว่า แก๊สเกิดการขยายตัว/แพร่กระจายได้

- แก๊สสามารถถูกบีบอัดได้ หมายความว่าอย่างไร

แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน สุดท้าย ครูอธิบายว่า การบีบอัด คือ การที่แก๊สสามารถถูกบรรจุลงในภาชนะที่มีปริมาตรเล็กกว่าปริมาตรที่แท้จริงได้ พร้อมยกตัวอย่าง เช่น สเปรย์ต่าง ๆ

- นักเรียนจะใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สมาอธิบายคุณสมบัติดังกล่าว อย่างไร

แนวคำตอบ จากการที่อนุภาคของแก๊สอยู่ห่างกันมาก จึงทำให้สามารถลดระยะห่างระหว่างอนุภาคของแก๊สให้เล็กลงได้ เมื่ออนุภาคแก๊สมาอยู่ใกล้กัน แรงกระทำระหว่างอนุภาคก็ยังคงมีค่าน้อย ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนแก๊สให้มากขึ้นได้ในภาชนะขนาดเท่าเดิม ลักษณะดังกล่าวบ่งบอกว่า แก๊สสามารถถูกบีบอัดได้

- แก๊สมีความหนาแน่นต่ำ หมายความว่าอย่างไร

แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน สุดท้าย ครูอธิบายว่า การมีความหนาแน่นต่ำ คือการที่แก๊สสามารถลอยอยู่เหนือสารในสถานะอื่น ๆ ได้

- นักเรียนจะใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สมาอธิบายคุณสมบัติดังกล่าว อย่างไร

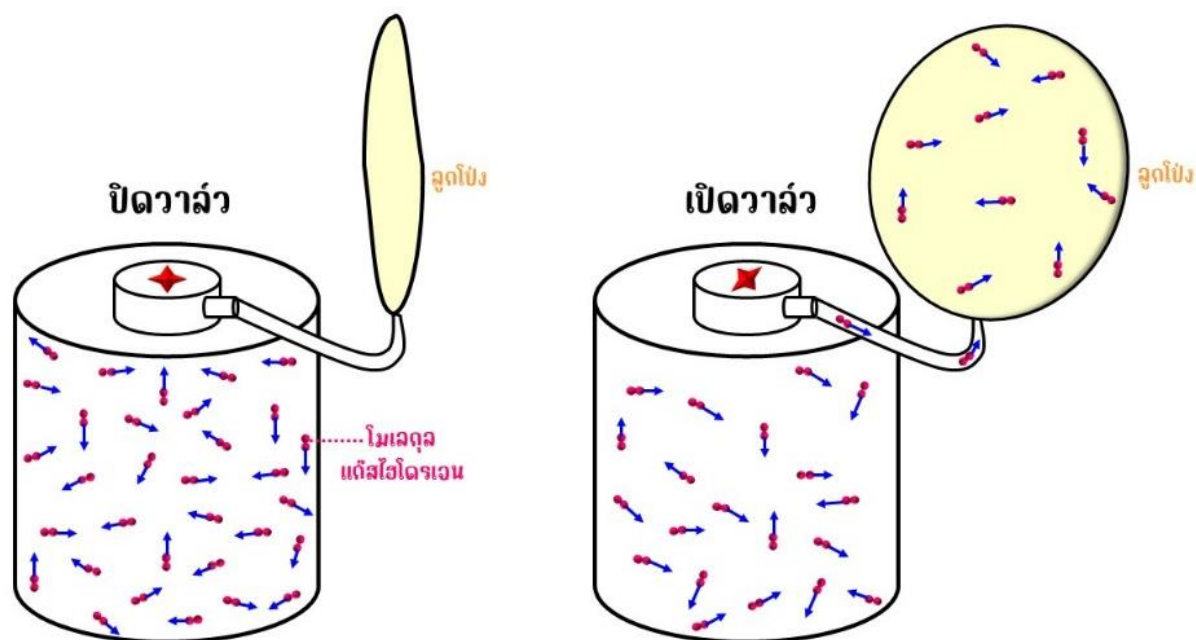
แนวคำตอบ ทฤษฎีจลน์ของแก๊สสามารถอธิบายความหนาแน่นของแก๊สได้เป็นสองแง่มุม ซึ่งทั้งสองแง่มุมนั้น สอดคล้องและสัมพันธ์กัน แง่มุมที่หนึ่ง อธิบายในส่วนของจำนวนอนุภาคของแก๊สต่อปริมาตร คือ อนุภาคของแก๊สมีระยะห่างระหว่างกันค่อนข้างมาก ทำให้ในปริมาตรหนึ่ง ๆ จะมีจำนวนอนุภาคของแก๊สน้อยกว่า อนุภาคของสารในสถานะอื่น ๆ ที่มีปริมาตรเท่ากัน แก๊สจึงมีความหนาแน่นต่ำ แง่มุมที่สอง จากหลักการเดิม คือ อนุภาคของแก๊สมีระยะห่างระหว่างกันค่อนข้างมาก ในปริมาตรที่เท่ากัน อนุภาคของแก๊สมีจำนวนน้อยกว่าสารในสถานะอื่น เมื่อพิจารณาผล จึงทำให้มวลของสารในสถานะแก๊สมีค่าน้อยกว่ามวลของสารในสถานะอื่นที่มีปริมาตรเท่ากัน เมื่อนำไปคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างมวลต่อปริมาตร จึงทำให้อัตราส่วนดังกล่าวมีค่าต่ำ ลักษณะดังกล่าวจึงสะท้อนว่า ค่าความหนาแน่นของสารในสถานะแก๊สจะมีค่าน้อย

17) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาทฤษฎีจลน์ของแก๊สแต่ละข้อ แล้วเลือกข้อที่เหมาะสมที่สุดมารองรับคำตอบของตนเองเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้กับการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจน เมื่อเปิดวาล์วของถังบรรจุ จากนั้นร่วมกันประเมินแผนภาพที่วาดไว้ในตอนต้น แล้วปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ ตามข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเติมลงในหัวข้อที่ 4 ของใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นที่ 3 การสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน (Pressing for Evidence-Based Explanations) (30 นาที)

18) ครูนำเสนอตัวอย่างแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจน เมื่อโยกท่อสูบลูกโป่ง และให้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบรายละเอียดกับภาพวาดของกลุ่มตนเอง จากนั้นจึงปรับแก้ภาพวาดของกลุ่มตนเองเป็นครั้งสุดท้าย

➤ ตัวอย่างภาพวาดแสดงการเปลี่ยนแปลงของแก๊สฮีเลียม เมื่อโยกท่อสูบแก๊ส



19) ครูสุ่มตัวแทนหนึ่งกลุ่มออกมานำเสนอผลการเลือกทฤษฎีจลน์และการปรับปรุงแผนภาพครั้งสุดท้าย จากนั้นครูนำอภิปรายตามประเด็นที่ปรากฏด้านล่าง โดยนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ พิจารณารายละเอียดของกลุ่มตนเองไปพร้อม ๆ กัน

- นักเรียนเลือกทฤษฎีจลน์ข้อใดมาสนับสนุนคำตอบของกลุ่มตนเองบ้าง
- ทฤษฎีจลน์ข้อที่เลือกมานั้น เหมาะสมที่จะนำมาอธิบายสิ่งที่สังเกตได้หรือไม่ อย่างไร
- ภาพวาดที่ปรับปรุงแล้วนั้น ต่างจากภาพในตอนต้นอย่างไร ควรเพิ่มเติมรายละเอียดในส่วนใดอีกหรือไม่

20) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิด CER เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจน เมื่อเปิดวาล์วของถังบรรจุ ลงในใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ ลำดับที่ 1

21) ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่เขียนได้ แล้วนำอภิปรายแยกทีละองค์ประกอบ โดยให้นักเรียนทุกคนร่วมกันพิจารณาเพื่อประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตนเอง และปรับปรุง แก้ไขให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตัวอย่างประเด็นคำถาม เช่น

- ข้อกล่าวอ้างของสถานการณ์ดังกล่าวคืออะไร
- ข้อมูลที่ทำการรวบรวมมานั้น มีข้อมูลใดที่นำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างบ้าง
- ทฤษฎีจลน์ที่เลือกมานั้นสามารถเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างให้เข้ากันได้หรือไม่ อย่างไร
- แบบจำลองที่วาดไว้ สอดคล้องกับคำอธิบายที่เขียนหรือไม่ อย่างไร

22) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนข้อสรุปที่สมบูรณ์ลงในหัวข้อที่ 5 ของใบกิจกรรมที่ 1 จากนั้นรวบรวมใบกิจกรรมที่ 1 และ 2 ส่งครู

10. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	K	S	A	วิธีวัด	เครื่องมือที่ใช้ประเมิน	เกณฑ์การบรรลุจุดประสงค์
1. ใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สในการอธิบายลักษณะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของแก๊ส	✓			การถามคำถามภายในชั้นเรียน	คำถามที่ครูถามในชั้นตอนที่ 16	นักเรียนร้อยละ 60 ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 60 ของคำถามทั้งหมด
2. สังเกตและระบุลักษณะของแก๊สจากสื่อจำลอง Phet Interactive Simulations		✓		การประเมินการบันทึกข้อมูล (ใบกิจกรรมที่ 1 หัวข้อที่ 3)	เกณฑ์การตรวจความถูกต้องในใบกิจกรรมที่ 1 หัวข้อที่ 3	นักเรียนร้อยละ 60 จัดบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมที่ 1 หัวข้อที่ 3 ได้ถูกต้อง
3. วาดแผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของแก๊สไฮโดรเจนจากถังบรรจุเข้าสู่ลูกโป่ง		✓		การประเมินแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจน (ใบกิจกรรมที่ 1 หัวข้อที่ 4)	แบบประเมินแผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจน (แบบตรวจสอบรายการ)	นักเรียนร้อยละ 60 มีคะแนนการวาดแผนภาพมากกว่าหรือเท่ากับ 3 คะแนน
4. ไม่ย่อท้อต่อการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายการเคลื่อนที่เข้าไปในลูกโป่งสวรรค์ของแก๊สไฮโดรเจน			✓	การสังเกตพฤติกรรมการจัดบันทึกข้อมูลในส่วนต่าง ๆ	เกณฑ์การประเมินการจัดบันทึกในใบกิจกรรมที่ 1	นักเรียนร้อยละ 60 ได้คะแนนอย่างน้อย 4 คะแนน จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน
5. เขียนข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของแก๊สไฮโดรเจน พร้อมระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างดังกล่าว โดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกหลักฐานมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่เขียน พร้อมทั้งแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่เลือกอย่างสมเหตุสมผล	✓	✓	✓	การประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (ใบกิจกรรมที่ 1 หัวข้อที่ 5)	แบบประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบแยกประเด็น	นักเรียนร้อยละ 60 สามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและรายองค์ประกอบได้ในระดับดีมาก

เกณฑ์การตรวจความถูกต้องในใบกิจกรรมที่ 1 หัวข้อที่ 3

นักเรียนบันทึกข้อมูลได้ถูกต้องร้อยละ 90 ของข้อมูลที่บันทึกทั้งหมด

แบบตรวจสอบรายการเพื่อประเมินแผนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของแก๊สไฮโดรเจนจากถังบรรจุเข้าสู่ลูกโป่ง

รายการประเมิน	ทำ (1)	ไม่ทำ (0)
1. แสดงส่วนประกอบตั้งแต่ 3 ส่วนขึ้นไป ได้แก่ ถังบรรจุแก๊ส ท่อนำแก๊ส ลูกโป่ง และแก๊สไฮโดรเจน		
2. มีการอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ เช่น วงกลม แทน โมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน		
3. แสดงสัญลักษณ์ที่สื่อถึงการเคลื่อนที่ของแก๊สไฮโดรเจน		
4. แสดงความแตกต่างของลูกโป่งก่อนและหลังเปิดวาล์วของถังบรรจุแก๊ส		
5. มีการปรับปรุงแก้ไขแผนภาพเพิ่มเติม		

คิดเป็นคะแนนเต็ม 5 คะแนน โดยนักเรียนที่ได้รับคะแนนตั้งแต่ 3 คะแนนขึ้นไป จะถือว่าผ่านการประเมิน

เกณฑ์การประเมินการจดบันทึกในใบกิจกรรมที่ 1

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคะแนน		
	0	1	2
ส่วนที่ 1 การระบุประเด็นสำคัญ และตั้งสมมติฐาน	ไม่สามารถระบุประเด็น ที่นำไปสู่การออกแบบ ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล	ระบุประเด็นที่นำไปสู่ การออกแบบขั้นตอน ในการรวบรวมข้อมูล ได้ไม่ครบถ้วน	ระบุประเด็นที่นำไปสู่ การออกแบบขั้นตอน ในการรวบรวมข้อมูล ได้อย่างครบถ้วน
ส่วนที่ 2 การออกแบบขั้นตอน ในการรวบรวมข้อมูล	เสนอขั้นตอน ในการรวบรวมข้อมูล ที่ไม่เป็นระบบและไม่ชัดเจน หรือไม่เสนอขั้นตอนในการ รวบรวมข้อมูล	เสนอขั้นตอน ในการรวบรวมข้อมูล ที่เป็นระบบ แต่ไม่ชัดเจน	เสนอขั้นตอน ในการรวบรวมข้อมูล ที่เป็นระบบและชัดเจน
ส่วนที่ 3 การบันทึก/ เก็บรวบรวมข้อมูล	ไม่สามารถบันทึก/เก็บ รวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมกับ ประเด็นสำคัญที่ต้องการ ตรวจสอบ	บันทึก/เก็บรวบรวมข้อมูล ได้เหมาะสมกับประเด็น สำคัญที่ต้องการตรวจสอบ แต่ไม่ครบถ้วน	บันทึก/เก็บรวบรวม ข้อมูลได้ครบถ้วนและ เหมาะสมกับประเด็น สำคัญที่ต้องการ ตรวจสอบ

แบบประเมินการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ครูตรวจใบงานตามเกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และกรอกคะแนนลงในช่อง

นักเรียนเลขที่	คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายด้าน			คะแนนรวม	ระดับคุณภาพ
	ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					

นักเรียนเลขที่	คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์รายด้าน			คะแนนรวม	ระดับคุณภาพ
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

ลงชื่อ

ผู้ตรวจ

เกณฑ์การให้คะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่ของแก๊สไฮโดรเจน

องค์ประกอบ	คะแนน		
	0	1	2
ข้อกล่าวอ้าง	ไม่ระบุข้อกล่าวอ้าง หรือ ระบุข้อกล่าวอ้างผิด	ระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	ระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้องสมบูรณ์
ตัวอย่าง	แก๊สไฮโดรเจนไม่เคลื่อนที่ ลูกโป่งมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้น	แก๊สไฮโดรเจนเคลื่อนที่เข้าไปในลูกโป่ง แก๊สไฮโดรเจนเคลื่อนที่ออกจากถังบรรจุแก๊ส	แก๊สไฮโดรเจนบางส่วนจะเคลื่อนที่ออกจากถัง บรรจุไปตามท่อ นำแก๊สแล้วเข้าไปอยู่ในลูกโป่ง
หลักฐาน	ไม่ระบุหลักฐาน หรือ ระบุหลักฐานที่ไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	ระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน หรือ ระบุทั้งหลักฐานที่สนับสนุน และไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างรวมกัน	ระบุหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ได้ถูกต้องและครบถ้วน
ตัวอย่าง	แก๊สไฮโดรเจนเคลื่อนที่ออกจากถังบรรจุแก๊ส เข้าไปภายในลูกโป่ง	เมื่อหมุนเปิดวาล์ว ลูกโป่งจะค่อย ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อหมุนเปิดวาล์ว ลูกโป่งจะค่อย ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น และถังบรรจุแก๊สมีขนาดเล็กลง แต่สังเกตได้ยาก	1) เมื่อหมุนเปิดวาล์ว ลูกโป่งจะค่อย ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อปิดวาล์ว ขนาดของลูกโป่งจะไม่เพิ่มขึ้น 2) ไม่ว่าจะวางท่อ นำแก๊สในลักษณะใด ลูกโป่งก็จะค่อย ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น
การให้เหตุผล	ไม่แสดงการให้เหตุผล หรือ แสดงการให้เหตุผลที่ ไม่เชื่อมโยงหลักฐานให้เข้ากับข้อกล่าวอ้าง	แสดงการให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ เช่น ระบุหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานให้เข้ากับข้อกล่าวอ้าง หรือ เชื่อมโยงหลักฐานให้เข้ากับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่ระบุหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	แสดงการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ คือ ระบุหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงหลักฐานทั้งหมด ให้เข้ากับข้อกล่าวอ้าง

องค์ประกอบ	คะแนน		
ตัวอย่าง	ลูกโป่งมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากแก๊สไฮโดรเจนเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ภายในลูกโป่ง และออกแรงดันจนทำให้ผิวของลูกโป่งบิดเบี้ยว	แก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยมาก ทำให้แก๊สมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงอย่างอิสระอยู่ตลอดเวลา (มีแต่หลักการ) ลูกโป่งมีขนาดใหญ่ขึ้น แสดงว่า แก๊สไฮโดรเจนเคลื่อนที่จากถังบรรจุแก๊สเข้าไปภายในลูกโป่ง (เชื่อมโยงแค่หลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่มีหลักการ) แก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยมาก จึงเกิดการเคลื่อนที่ออกจากถังบรรจุแก๊สเมื่อเปิดวาล์ว (เชื่อมโยงแต่หลักการกับข้อกล่าวอ้าง ไม่มีหลักฐาน)	แก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยมาก ทำให้แก๊สมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงอย่างอิสระอยู่ตลอดเวลา อนุภาคของแก๊สสามารถเคลื่อนที่กระจายตัวจนเต็มทั่วทั้งภาชนะได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น เมื่อหมุนเปิดวาล์ว แก๊สไฮโดรเจนจึงสามารถเคลื่อนที่จากถังบรรจุเข้าไปกระจายตัวอยู่ทั่วทั้งภายในลูกโป่งได้ ไม่ว่าจะวางท่อนำแก๊สในลักษณะใด ทำให้ลูกโป่งค่อย ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น หลังจากหมุนปิดวาล์วขนาดของลูกโป่งไม่เพิ่มขึ้นอีก แสดงว่าแก๊สไฮโดรเจนไม่สามารถเคลื่อนที่ออกมาได้ จึงสรุปว่า แก๊สไฮโดรเจนบางส่วน จะเคลื่อนที่เข้าสู่ภายในลูกโป่งเมื่อหมุนเปิดวาล์ว

เกณฑ์การแปลผลคะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แยกรายองค์ประกอบ

ข้อกล่าวอ้าง			
ระดับคุณภาพ	ควรปรับปรุง	ดี	ดีมาก
คะแนน	0	1	2
หลักฐาน			
ระดับคุณภาพ	ควรปรับปรุง	ดี	ดีมาก
คะแนน	0	1	2
การให้เหตุผล			
ระดับคุณภาพ	ควรปรับปรุง	ดี	ดีมาก
คะแนน	0	1	2

เกณฑ์การแปลผลคะแนนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวม

ระดับคุณภาพ	ควรปรับปรุง	ดี	ดีมาก
คะแนน	0 - 2	3 - 4	5 - 6

11. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัจจัยที่สนับสนุนหรือก่อให้เกิดผลการจัดการเรียนรู้ข้างต้น

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป/แนวทางแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายจักรพงศ์ ปิ่นชัย)

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางอุทัยรัก นวลนุกูล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฝ่ายมัธยมศึกษา

ใบกิจกรรมที่ 1 ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส



- ✓ เราบรรจุแก๊สชนิดใดเข้าไปในลูกโป่งสวรรค์ จึงทำให้ลูกโป่งสวรรค์ลอยอยู่ในอากาศได้
- ✓ แก๊สที่บรรจุในลูกโป่งสวรรค์ ทำให้ลูกโป่งสวรรค์ลอยได้ ด้วยเหตุผลใด
- ✓ กระบวนการผลิตแก๊สดังกล่าว เขียนเป็นสมการเคมีได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น เมื่อเปิดวาล์วของถังบรรจุ

นักเรียนจะต้องวาดภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น เมื่อเปิดวาล์วของถังบรรจุ

การตรวจสอบความถูกต้องและสมบูรณ์ของแผนภาพ

1. ตั้งสมมติฐาน เขียนข้อความตามโครงสร้างที่กำหนดให้ด้านล่าง
“เมื่อเราเชื่อว่า (ความสัมพันธ์ตามแผนภาพที่สร้าง) นั้นถูกต้อง



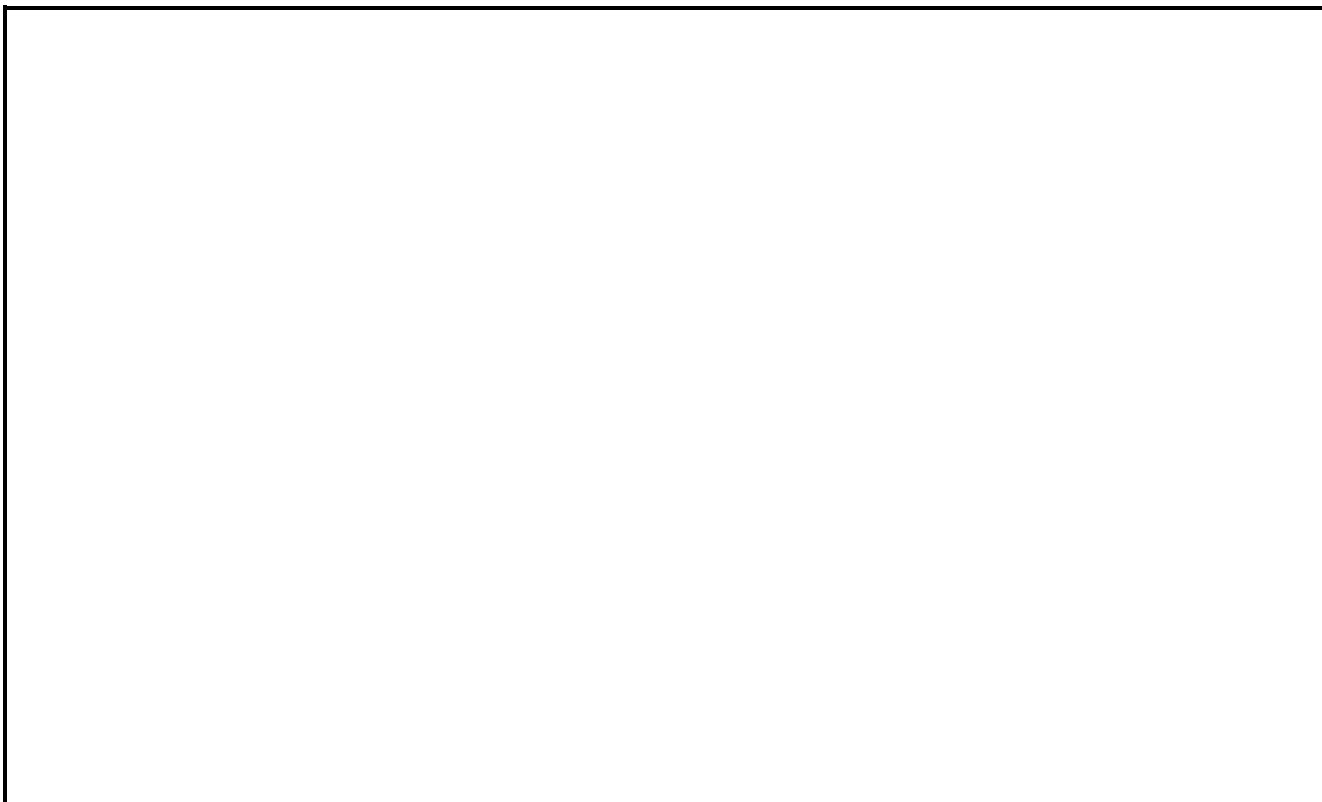
เราจึง (สังเกต/ทดสอบภายใต้เงื่อนไขดังกล่าว) แล้วเราควรจะสังเกตได้ว่า (ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น)”

การเปลี่ยนแปลง
เมื่อเปิดวาล์ว

สมมติฐาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล เราควรสังเกตได้ว่า (ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น) โดยข้อมูลที่รวบรวมมาได้ ควรมีคุณภาพและจำนวนที่มากพอ

3. บันทึกข้อมูลที่รวบรวมได้ ถ่ายภาพ หรือวาดภาพสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ลงไปในช่วงที่กำหนดให้ โดยสามารถระบุค่าสำคัญลงไปในภาพ หรือเขียนคำบรรยายได้ภาพเป็นข้อความสั้น ๆ ได้

4. ประเมินแผนภาพ และแก้ไข พิจารณาแผนภาพที่วาดในตอนแรก แล้วแก้ไขให้แผนภาพสมบูรณ์มากขึ้น
เช่น เพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลที่ศึกษาได้จากเอกสาร อาจเป็นคำสำคัญ หรือข้อความสั้น ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ในตอนแรก



5. สรุปผลการศึกษาในรูปคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์



.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2 การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

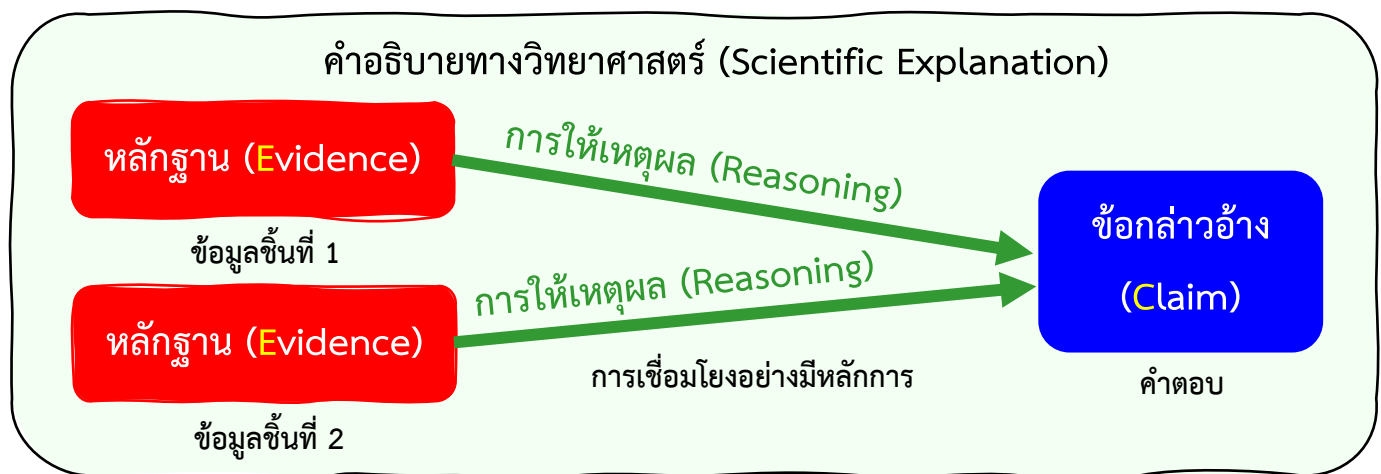
การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Constructing Scientific Explanation) คือ การให้ข้อสรุปแก่ประเด็นที่สนใจอย่างสมเหตุสมผลและน่าเชื่อถือ โดยมีหลักฐานประกอบอย่างเหมาะสมและเพียงพอ และนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์ มาเชื่อมโยงหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่สร้างขึ้นอย่างสัมพันธ์กัน ประกอบด้วยสามองค์ประกอบ ดังนี้

1) **ข้อกล่าวอ้าง (Claim)** คือ ข้อความที่คำตอบหรือข้อสรุปของคำถาม ปรากฏการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สนใจ เป็นข้อความสั้น ๆ โดยอาจเขียนเป็นประโยคที่ล้อกับคำถามหรือข้อสงสัย

2) **หลักฐาน (Evidence)** คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและเพียงพอจะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง อาจมาจากการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง หรือมาจากแหล่งอื่นที่น่าเชื่อถือ

3) **การให้เหตุผล (Reasoning)** คือ การเชื่อมโยงว่าหลักฐานแต่ละชิ้น มีความสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างอย่างไรโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์มารองรับ

แต่ละองค์ประกอบจะเชื่อมโยงกันแล้วกลายเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ ดังแผนภาพด้านล่าง



ปรับปรุงจาก <https://www.youtube.com/watch?v=5KKsLuRPsVU>

จงระบุองค์ประกอบจากตัวอย่างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้ถูกต้อง

บ้านของนักเรียนปลูกตะไคร้หอมไว้จำนวนหนึ่ง จากการสังเกตพบว่า ตะไคร้หอมสามารถให้สีและกลิ่นหอมได้ นักเรียนต้องการสกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม จึงทดลองใช้น้ำและเอทานอลเป็นตัวทำละลาย ได้ผลดังนี้

สารตัวอย่างที่นำมาสกัด	ตัวทำละลาย	ลักษณะของของเหลวที่สกัดได้
ตะไคร้หอม	น้ำ	ของเหลวสีขาวขุ่น แยกเป็น 2 ชั้น มีกลิ่นตะไคร้หอม
	เอทานอล	ของเหลวสีเขียวอ่อน มีกลิ่นตะไคร้หอมปนกลิ่นเอทานอล

คำถาม ตัวทำละลายใดเหมาะสมในการสกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอมอธิบายโดยระบุหลักฐานและให้เหตุผลประกอบ

คำตอบ เมื่อสกัดด้วยเอทานอลจะได้ของเหลวสีเขียวอ่อน มีกลิ่นตะไคร้หอมปนกลิ่นเอทานอล แต่สกัดด้วยน้ำจะได้ของเหลวสีขาวขุ่น และมีกลิ่นตะไคร้หอม แสดงว่า เอทานอลเหมาะสำหรับใช้สกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม การสกัดสารอาศัยหลักการละลายของสาร คือ ในตัวทำละลายต่างชนิดกัน สารจะละลายได้ดีไม่เท่ากัน จึงสกัดสารได้ต่างกันเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดแล้วได้ของเหลวสีเขียวอ่อนออกมา บ่งบอกว่า สารสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอมละลายในเอทานอลได้ดีกว่า จึงนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอมคือเอทานอล

(ปรับปรุงจาก กรรณก เลิศเดชาภักดิ์, 2559, น.82)

ข้อกล่าวอ้าง : เอทานอลเหมาะสำหรับใช้สกัดสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอม

หลักฐาน : เมื่อสกัดด้วยเอทานอลจะได้ของเหลวสีเขียวอ่อน มีกลิ่นตะไคร้หอมปนกลิ่นเอทานอล แต่สกัดด้วยน้ำจะได้ของเหลวสีขาวขุ่น และมีกลิ่นตะไคร้หอม

การให้เหตุผล : การสกัดสารอาศัยหลักการละลายของสาร คือ ในตัวทำละลายต่างชนิดกัน สารจะละลายได้ดีไม่เท่ากัน จึงสกัดสารได้ต่างกัน เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดแล้วได้ของเหลวสีเขียวอ่อนออกมา บ่งบอกว่า สารสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอมละลายในเอทานอลได้ดีกว่า จึงนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารสีเขียวอ่อนของตะไคร้หอมคือเอทานอล

หลักการทางวิทยาศาสตร์ : การสกัดสารอาศัยหลักการละลายของสาร

: ในตัวทำละลายต่างชนิดกัน สารจะละลายได้ดีไม่เท่ากัน

ตัวอย่างที่ 1 ของแข็งหมายเลขใดบ้างที่เป็นสารชนิดเดียวกัน ให้ตอบคำถามโดยเขียนเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

หมายเลข	มวล (กรัม)	การละลายน้ำ	จุดหลอมเหลว (°C)	สี
1	65	ละลายได้	136	เหลือง
2	38	ละลายได้	175	ขาว
3	21	ละลายไม่ได้	89	ขาว
4	65	ละลายได้	175	ขาว

ข้อกล่าวอ้าง (CLAIM; C) ระบุว่าของแข็งหมายเลขใดเป็นสารชนิดเดียวกัน

หลักฐาน (EVIDENCE; E) ระบุน้ำหนักจากตารางทั้งหมด 3 ประเด็นที่เหมือนกัน เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างที่เขียนไว้

หลักการทางวิทยาศาสตร์ ระบุว่า สารชนิดเดียวกัน จะมีสมบัติเป็นอย่างไร และ ระบุว่าข้อมูลใดเป็นสมบัติของสารบ้าง

การให้เหตุผล (REASONING; R) ระบุว่าหลักฐานสอดคล้องกับหลักการอย่างไร

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

นำข้อความจากด้านบนมาเรียงร้อยต่อกันให้สมบูรณ์ โดยใช้คำเชื่อม เช่น สังเกตได้จาก..... สรุปได้ว่า..... เนื่องจาก.....ทำให้..... เพราะ.....จึง.....

ตัวอย่างที่ 2 พิจารณาข้อมูลในตารางด้านล่าง

ของเหลว	ความหนาแน่น (g/cm ³)	สี	มวล (g)	จุดหลอมเหลว (°C)
1	65	ไม่มีสี	38	- 98
2	38	ไม่มีสี	38	26
3	21	เงิน	21	- 39
4	65	ไม่มีสี	16	- 98

เขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของคำถามที่ว่า ของเหลวชนิดใดที่เป็นสารชนิดเดียวกัน

ข้อกล่าวอ้าง (CLAIM; C) ระบุว่า เมื่อผสมกรดบิวทาโนอิกและบิวทานอลเข้าด้วยกัน มีปฏิกิริยาเกิดเคมีขึ้นหรือไม่

หลักฐาน (EVIDENCE; E) ระบุข้อมูลจากตารางทั้งหมด 3 ประเด็นที่เหมือนกัน เพื่อยืนยันข้อกล่าวอ้างที่เขียนไว้

หลักการทางวิทยาศาสตร์

ระบุว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และ สิ่งที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงนั้น มีลักษณะต่างไปจากเดิมอย่างไร สังเกตได้อย่างไร

การให้เหตุผล (REASONING; R) ระบุว่าหลักฐานแต่ละชิ้นสอดคล้องกับหลักการที่ระบุไว้อย่างไร

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

นำข้อความจากด้านบนมาเรียงร้อยต่อกันให้สมบูรณ์ โดยใช้คำเชื่อม เช่น สังเกตได้จาก..... สรุปได้ว่า..... เนื่องจาก.....ทำให้..... เพราะ.....จึง.....

(แปลจาก McNeil & Krajcik, 2006, p. 200)

