ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

Prince of Songkla University Pattani Campus

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้จัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้จัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี

1. ดร. อุสมาน สารี	อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. อาจารย์พงศ์รัตน์ ธรรมชาติ	อาจารย์โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี
3. อาจารย์เรียมน้อย ทองวิไล	อาจารย์โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล จังหวัดปัตตานี
4. อาจารย์สุรพงศ์ ฝอยทอง	อาจารย์โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี
5. อาจารย์เดโช ไพรแก้ว	อาจารย์โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี

Prince of Songkla University Pattani Campus

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิจารณญาณ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัญญัติ ยงย่วน	อาจารย์ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศกร สุวรรณเดชา	อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
3. อาจารย์ธีระยุทธ รัชชะ	อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
4. อาจารย์มะลิ ศรีชู	อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
5. อาจารย์จันทร์ดา พิทักษ์สาลี	อาจารย์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ข

การตรวจคุณภาพเครื่องมือ

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ตาราง 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
19	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิจารณญาณ

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11	0	0	+1	+1	+1	3	0.6
12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
13	+1	+1	0	+1	0	3	0.6
14	+1	+1	0	+1	0	3	0.6
15	+1	+1	0	+1	0	3	0.6
16	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
18	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
20	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
21	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
23	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 8 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.52	0.37	16	0.61	0.37
2	0.44	0.51	17	0.53	0.37
3	0.49	0.40	18	0.66	0.33
4	0.65	0.51	19	0.55	0.33
5	0.61	0.22	20	0.56	0.22
6	0.58	0.29	21	0.55	0.40
7	0.58	0.33	22	0.59	0.25
8	0.57	0.44	23	0.61	0.37
9	0.50	0.44	24	0.58	0.33
10	0.49	0.33	25	0.58	0.37
11	0.55	0.44	26	0.61	0.29
12	0.51	0.40	27	0.54	0.33
13	0.55	0.33	28	0.58	0.33
14	0.53	0.22	29	0.62	0.44
15	0.62	0.33	30	0.41	0.25

** ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 9 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิจารณญาณ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.52	0.33	13	0.75	0.25
2	0.58	0.37	14	0.62	0.25
3	0.67	0.22	15	0.60	0.37
4	0.58	0.40	16	0.65	0.33
5	0.52	0.66	17	0.60	0.33
6	0.58	0.40	18	0.57	0.29
7	0.65	0.44	19	0.67	0.22
8	0.57	0.40	20	0.73	0.29
9	0.70	0.25	21	0.57	0.25
10	0.63	0.33	22	0.53	0.29
11	0.66	0.25	23	0.59	0.37
12	0.58	0.29	24	0.74	0.25

** ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ค

คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 10 คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี		คะแนนความสามารถในการคิดวิจารณญาณ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	14	25	11	20
2	12	21	11	22
3	10	20	12	19
4	10	19	11	18
5	9	20	9	17
6	13	21	13	15
7	10	18	8	14
8	13	22	10	15
9	12	24	10	16
10	10	17	12	15
11	14	16	15	16
12	9	20	10	15
13	9	22	8	14
14	10	23	13	18
15	14	24	13	20
16	13	19	10	18
17	10	20	11	14
18	13	18	10	15
19	10	21	9	14
20	14	22	10	16
21	10	16	12	15
22	14	15	11	19
23	13	19	10	20

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี		คะแนนความสามารถในการคิดวิจารณญาณ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
24	13	20	9	21
25	12	21	11	13
26	12	22	12	15
27	10	24	10	15
28	12	25	10	17
29	13	15	11	16
30	12	16	12	15

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี		คะแนนความสามารถในการคิดวิจารณญาณ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	15	17	10	13
2	12	18	12	15
3	12	15	12	12
4	12	14	10	11
5	11	13	9	11
6	12	12	11	12
7	14	15	10	15
8	13	13	10	14
9	14	19	13	13
10	10	18	10	12
11	11	20	9	13
12	13	13	11	13
13	10	12	9	10
14	13	14	10	11
15	14	15	14	14
16	12	20	13	13
17	10	20	8	11
18	10	19	10	13
19	14	18	10	12
20	10	17	13	10
21	12	15	10	14
22	13	14	10	13
23	15	16	13	13

Prince of Songkla University Pattani Campus

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาเคมี		คะแนนความสามารถในการคิดวิจารณญาณ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
24	13	13	11	14
25	10	15	13	10
26	8	16	8	14
27	9	19	8	13
28	12	20	11	12
29	14	15	10	16
30	13	20	10	15
31	12	16	9	13

Prince of Songkla University Pattani Campus

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้จัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติ

Prince of Songkla University Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา เคมี **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารและการเกิดพันธะโคเวเลนต์ **เวลา 1 คาบ**

****

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายการเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมในโมเลกุลได้
2. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์ได้

สาระการเรียนรู้

โมเลกุลของสารจะประกอบด้วยอะตอมตั้งแต่สองอะตอมขึ้นไปมารวมกัน ยกเว้นก๊าซเฉื่อย การทำให้โมเลกุลสลายตัวเป็นอะตอมต้องใช้พลังงาน แสดงว่าภายในโมเลกุลจะต้องมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมที่เป็นองค์ประกอบ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมคู่หนึ่งในโมเลกุลเรียกว่า **พันธะเคมี** ในพันธะเคมีมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานได้ข้อสรุปดังนี้

1. เมื่อไฮโดรเจนอะตอมเข้าใกล้กันเป็นโมเลกุลได้ เพราะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโปรตอนในนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนของอีกอะตอมหนึ่งเพิ่มเติมจากการเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนที่มีอยู่แล้วในอะตอมเดียวกันเนื่องจากการเกิดแรงยึดเหนี่ยวจะมีการคายพลังงานมีผลทำให้พลังงานของโมเลกุลต่ำกว่าพลังงานรวมของอะตอมเดี่ยว 2 อะตอม
2. อิเล็กตรอนทั้งสองในโมเลกุลไฮโดรเจนเป็นอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนอะตอมทั้งสองอะตอม การที่ไฮโดรเจนอะตอมใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเรียกว่า **พันธะโคเวเลนต์**
3. นิวเคลียสของไฮโดรเจนอะตอมทั้งสองจะเข้าใกล้กันในระยะจำกัดระยะหนึ่งคือ 74 พิโคเมตร ซึ่งทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักสมดุลกัน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ถามว่า "กรณีที่เด็กกอดกัน ถ้าเราจะแยกเด็กออกจากกัน เราควรทำอย่างไร"

1.2 ถามว่า "สารที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรามักจะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน และถ้าจะทำให้แยกจากกันต้องใช้พลังงานหรือไม่ อย่างไร"

1.3 ถามว่า "การที่อนุภาคจะอยู่ร่วมกันได้เพราะว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคใช่หรือไม่ อย่างไร"

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 แจกใบความรู้ที่ 2 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ของไฮโดรเจนให้นักเรียนศึกษา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพันธะในโมเลกุลของไฮโดรเจน การเกิดพันธะโคเวเลนต์ การเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฮโดรเจนอะตอมในไฮโดรเจนโมเลกุล

3.2 ให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลการอภิปราย

3.3 ถามว่า "ถ้าการแยกสลายโมเลกุลเป็นอะตอมต้องใช้พลังงานและการที่อะตอมมารวมกันเป็นโมเลกุลจะต้องมีการคายพลังงานให้นักเรียนพิจารณาว่าเป็นเพราะเหตุใด"

3.4 ถามว่า "ในโมเลกุลของไฮโดรเจนระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมที่ทำให้โมเลกุลเสถียร คือ 74 พิโคเมตร ระยะดังกล่าวจะบอกถึงอะไร"

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- พันธะภายในโมเลกุลของไฮโดรเจน
- การเกิดพันธะโคเวเลนต์
- การเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฮโดรเจนอะตอม

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้ร่วมกันอภิปรายมาระบุมโนมติที่สำคัญ

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนมติโดยมโนมติใดที่มีความหมายกว้างที่สุด คัดเลือกเป็นมโนมติหลัก มโนมติอื่น ๆ จัดเป็นมโนมติรอง และมโนมติเฉพาะเจาะจง

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมติว่าควรสร้างแบบใด จึงจะเหมาะสมและถูกต้องที่สุด แล้วนำมโนมติที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนมติตามรูปแบบที่พิจารณาร่วมกัน เชื่อมโยงมโนมติต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นและคำเชื่อม

4.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมติที่สร้างครั้งแรกว่าควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนมติบางครั้งต้องสร้างแผนผังมโนมติใหม่ 2-3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนมติให้ถูกต้องและเหมาะสม

4.6 นำแผนผังมโนมติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำเสนอหน้าชั้นเรียน

4.7 ครูและนักเรียนช่วยกันคัดเลือกแผนผังมโนมติที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนมติ บทสรุปลงในใบงานที่ 2

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ

5.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงมโนมติจากบทเรียนทั้งหมด

5.2 นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนทั้งหมด ในรูปของแผนผังมโนมติในใบงานที่ 2

Prince of Songkla University Pattani Campus

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม อภิปราย สรุป ในคาบเรียน
2. สังเกตจากความถูกต้องของใบงาน
3. การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ของไฮโดรเจน
2. ใบงานที่ 2 การเขียนแผนผังมโนมติ
3. แบบสังเกตการร่วมกิจกรรม
4. แบบบันทึกผลหลังการสอน
5. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 1
6. ห้องสมุด
7. อินเตอร์เน็ต

Prince of Songkla University Pattani Campus

ใบความรู้ที่ 2
เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ของไฮโดรเจน

พันธะภายในโมเลกุลของไฮโดรเจน

การสลายโมเลกุลก๊าซไฮโดรเจนต้องใช้พลังงานในปริมาณหนึ่ง แสดงว่าไฮโดรเจนอะตอมมีพลังงานสูงกว่าโมเลกุลของไฮโดรเจน ถ้าการแยกสลายโมเลกุลเป็นอะตอมต้องใช้พลังงานและการที่อะตอมมารวมกันเป็นโมเลกุลจะต้องมีการคายพลังงาน

เนื่องจากอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ นิวเคลียสของอะตอม และเกิดแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน พลังงานของไฮโดรเจนอะตอมจึงเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับโปรตอนในนิวเคลียส เมื่ออะตอมเคลื่อนที่เข้าใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสของอะตอมหนึ่งกับอิเล็กตรอนของอีกอะตอมหนึ่งเพิ่มเติมจากแรงดึงดูดที่มีอยู่เดิม เมื่อไฮโดรเจนอะตอมทั้งสองอยู่ใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนแต่ละอะตอมกับโปรตอนในนิวเคลียสของทั้งสองอะตอม ทำให้บริเวณระหว่างอะตอมทั้งสองมีอิเล็กตรอนกระจายอยู่หนาแน่นมากขึ้น เมื่ออิเล็กตรอนกระจายอยู่บริเวณระหว่างคู่อะตอมจะทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสทั้งสองและต้องให้เข้ามาใกล้กันมากขึ้น แต่เนื่องจากประจุที่เหมือนกันจะผลักกัน ดังนั้นขณะที่คู่อะตอมเข้าใกล้กันจึงมีแรงผลักระหว่างโปรตอนในนิวเคลียสทั้งสองและระหว่างอิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมในโมเลกุลของไฮโดรเจน คู่อะตอมจะอยู่ห่างกันระยะหนึ่ง ซึ่งเป็นระยะที่แรงดึงดูดกับแรงผลักได้สมดุลกัน ผลรวมของแรงทำให้นิวเคลียสไม่แยกจากกันและใช้อิเล็กตรอนร่วมกันซึ่งเรียกว่าเกิด **"พันธะโคเวเลนต์"**

การเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฮโดรเจนอะตอมในไฮโดรเจนโมเลกุลมีลักษณะดังนี้

1. ไฮโดรเจน 2 อะตอมเข้าใกล้กันเกิดเป็นโมเลกุลได้ เพราะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวเคลียส (โปรตอน) กับอิเล็กตรอนของต่างอะตอมกัน เพิ่มเติมจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนที่มีอยู่แล้วในอะตอมเดียวกัน มีผลทำให้พลังงานของโมเลกุลต่ำกว่าพลังงานรวมของอะตอมเดี่ยว 2 อะตอม ระบบที่เป็นโมเลกุลจึงเสถียรกว่าระบบที่เป็นอะตอม

2. อิเล็กตรอนจะดึงดูดนิวเคลียสทั้งสองให้เข้าใกล้กันได้ก็ต่อเมื่ออิเล็กตรอนอยู่ในบริเวณระหว่างนิวเคลียสทั้งสอง

3. นิวเคลียสทั้งสองเข้าใกล้กันได้ ระยะจำกัดระยะหนึ่งที่ทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักสมดุลกัน หลังจากนั้นจะไม่เข้ามาชิดกัน เพราะการสมดุลนั้นมีค่ามากกว่าแรงผลัก ระหว่าง

Prince of Songkla University Pattani Campus

นิวเคลียสกับนิวเคลียสและระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนต่างอะตอมกัน ระยะระหว่างนิวเคลียสทั้งสองที่เหมาะเท่ากับ 74 พิโคเมตร

4. แม้อิเล็กตรอนจะถูกใช้เพื่อสร้างพันธะแล้ว อิเล็กตรอนทั้งสองในโมเลกุลไฮโดรเจนก็ยังเคลื่อนที่ได้ แต่ส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่อยู่ในบริเวณระหว่างนิวเคลียสทั้งสอง จึงถือว่าอิเล็กตรอนทั้งสองเป็นอิเล็กตรอนของไฮโดรเจนทั้งสองอะตอม

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ใบงานที่ 2

เขียนแผนผังมโนมติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปบทเรียนจากที่ได้เรียนครั้งนี้ ในรูปของการเขียนแผนผังมโนมติ

Prince of Songkla University
Pattani Campus

แบบสังเกตการร่วมกิจกรรม

กิจกรรมที่ 2

เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ของไฮโดรเจน

ที่	พฤติกรรม / ชื่อ-สกุล	ความสนใจ			การแสดงความคิดเห็น			การยอมรับฟังผู้อื่น			ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			หมายเหตุ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ..ผู้ประเมิน

............../........................../..................

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = พอใช้

1 คะแนน = ต้องปรับปรุง

Prince of Songkla University Pattani Campus

แบบบันทึกผลหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

...../...../.....

ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย (ตรวจสอบ / นิเทศ / เสนอแนะ / รับรอง)

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชา เคมี **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ **เวลา 2 คาบ**

****

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกความหมายของความยาวพันธะและพลังงานพันธะได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพันธะโคเวเลนต์กับความยาวพันธะและพลังงานพันธะได้
3. คำนวณหาความยาวพันธะและพลังงานพันธะได้

สาระการเรียนรู้

ความยาวพันธะ คือ ระยะห่างระหว่างนิวเคลียสของอะตอมคู่หนึ่ง ๆ ที่มีพันธะต่อกัน เปรียบเทียบความยาวพันธะ สำหรับธาตุคู่หนึ่ง ๆ พบว่าความยาวพันธะของ พันธะเดี่ยว > พันธะคู่ > พันธะสาม และความแข็งแรงของพันธะสาม > พันธะคู่ > พันธะเดี่ยว

พลังงานพันธะ คือ พลังงานที่ต้องใช้เพื่อสลายพันธะระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลที่อยู่ในสถานะแก๊ส ให้กลายเป็นอะตอมเดี่ยวในสถานะแก๊ส

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.1 ถามว่า " เมื่ออะตอมสองอะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุลไฮโดรเจน ถ้าต้องการแยกอะตอมทั้งสองออกจากกันกลายเป็นอะตอมอิสระจะต้องทำอย่างไร"

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

2.1 แจกใบความรู้ที่ 5 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง ชนิดของพันธะโคเวเลนต์กับความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

Prince of Songkla University Pattani Campus

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ

4.1 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพันธะโคเวเลนต์กับความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

4.2 ครูอธิบายวิธีการคำนวณหาความยาวพันธะและพลังงานของปฏิกิริยาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้ร่วมกันอภิปรายมาระบุมโนมติที่สำคัญ

4.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดลำดับมโนมติโดยมโนมติใดที่มีความหมายกว้างที่สุด คัดเลือกเป็นมโนมติหลัก มโนมติอื่น ๆ จัดเป็นมโนมติรอง และมโนมติเฉพาะเจาะจง

4.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมติว่าควรสร้างแบบใด จึงจะเหมาะสมและถูกต้องที่สุด แล้วนำมโนมติที่กำหนดไว้มาสร้างแผนผังมโนมติตามรูปแบบที่พิจารณาร่วมกัน เชื่อมโยงมโนมติต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยเส้นและคำเชื่อม

4.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณารูปแบบของแผนผังมโนมติที่สร้างครั้งแรกว่าควรแก้ไขหรือปรับปรุงหรือไม่ ซึ่งการสร้างแผนผังมโนมติบางครั้งต้องสร้างแผนผังมโนมติใหม่ 2-3 ครั้ง นักเรียนช่วยกันแก้ไขปรับปรุงแผนผังมโนมติให้ถูกต้องและเหมาะสม

4.7 นำแผนผังมโนมติที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำเสนอหน้าชั้นเรียน

4.8 ครูและนักเรียนช่วยกันคัดเลือกแผนผังมโนมติที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ และนักเรียนทุกคนเขียนแผนผังมโนมติ บทสรุปลงในใบงานที่ 7

4.9 ครูแจกใบงานที่ 8 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ด้วยกิจกรรมการเขียนแผนผังมโนมติ

5.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงมโนมติจากบทเรียนทั้งหมด

5.2 นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียนทั้งหมด ในรูปของแผนผังมโนมติในใบงานที่ 7

5.3 นักเรียนทำใบงานที่ 8 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

การวัดผลและประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม อภิปราย สรุป ในคาบเรียน
2. สังเกตจากความถูกต้องของใบงาน
3. การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

Prince of Songkla University Pattani Campus

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
2. ใบงานที่ 7 การเขียนแผนผังมโนมติ
3. ใบงานที่ 8 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
4. แบบสังเกตการร่วมกิจกรรม
5. แบบบันทึกผลหลังการสอน
6. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม 1
7. ห้องสมุด
8. อินเตอร์เน็ต

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ใบความรู้ที่ 5
เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

ความยาวพันธะ (Bond Length) อะตอมสองอะตอมสร้างพันธะกันกลายเป็นโมเลกุลได้นั้น อะตอมทั้งสองอะตอมต้องอยู่ใกล้กันในระยะที่พอเหมาะที่จะทำให้แรงดึงดูดและแรงผลักระหว่างอะตอมทั้งสองอะตอมสมดุลกัน และเกิดพลังงานต่ำที่สุดจึงจะเสถียร จึงกลายเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ ระยะที่พอเหมาะระหว่างอะตอมสองอะตอมที่สร้างพันธะกันเรียกว่า ความยาวพันธะ มีหน่วยเป็นพิโคเมตร (pm) หรืออังสตรอม (A^0)

พิโคเมตร (pm) = 10^{-12} เมตร (m)

อะตอมคู่ร่วมพันธะคู่เดียวกันเมื่ออยู่ในโมเลกุลต่างชนิดกันอาจมีความยาวพันธะต่างกันเล็กน้อย จึงต้องใช้ความยาวพันธะเฉลี่ย

เมื่อพิจารณาความยาวพันธะของอะตอมคู่ร่วมพันธะชนิดเดียวกันแต่ชนิดของพันธะต่างกัน เช่น C – C , C = C , C≡ C จะพบว่าพันธะเดี่ยวจะมีความยาวพันธะมากที่สุด ส่วนพันธะสามมีความยาวพันธะน้อยที่สุด

การเปรียบเทียบความยาวพันธะของพันธะชนิดต่าง ๆ

พันธะเดี่ยว > พันธะคู่ > พันธะสาม

พลังงานพันธะ (Bond Energy) คือ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะเคมีระหว่างอะตอมคู่ใดคู่หนึ่งในโมเลกุลให้กลายเป็นอะตอมอิสระในสถานะก๊าซ พันธะระหว่างอะตอมคู่เดียวกันแต่อยู่ในโมเลกุลต่างกัน จะมีค่าพลังงานพันธะไม่เท่ากัน เช่น พันธะ C – H ในโมเลกุลต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากันแต่มีค่าต่างกันไม่มาก การหาพลังงานพันธะของอะตอมคู่เดียวกันต้องใช้ค่าพลังงานเท่ากันทุกโมเลกุล ดังนั้นจึงใช้ค่าพลังงานพันธะเฉลี่ย

พลังงานพันธะเฉลี่ยของ H – H เท่ากับ 436 kJ/mol อธิบายได้ว่า ถ้าต้องการสลายพันธะของ H – H 1 โมล ต้องใช้พลังงาน 436 kJ

พันธะของอะตอมคู่เดียวกัน แต่ชนิดของพันธะต่างกัน เช่น พันธะ C – C , C = C , C≡C พันธะแต่ละชนิดมีค่าพลังงานพันธะต่างกัน โดยพันธะสามมีค่าพลังงานมากที่สุด ส่วนพันธะเดี่ยวมีค่าพลังงานน้อยที่สุด แสดงว่าการสลายพันธะสามต้องใช้พลังงานมากที่สุด จึงสลายพันธะยากที่สุดและแข็งแรงมากที่สุด

การเปรียบเทียบพลังงานของพันธะทั้ง 3 ชนิด

พันธะสาม > พันธะคู่ > พันธะเดี่ยว

Prince of Songkla University Pattani Campus

การสลายพันธะของอะตอมคู่ร่วมพันธะต้องใช้พลังงาน เช่น

$H - H + 436\ kJ \longrightarrow 2H$

จากสมการนี้พันธะเดี่ยวระหว่างไฮโดรเจนสองอะตอมในโมเลกุล H_2 เมื่อได้รับพลังงานเท่ากับพลังงานพันธะจะสลายพันธะกลายเป็นอะตอมของ H จำนวน 2 อะตอม แสดงว่าโมเลกุลของ H_2 ดูดพลังงานแล้วกลายเป็นอะตอมของ H จำนวน 2 อะตอม ค่าพลังงานของ H จำนวน 2 อะตอม จะมีพลังงานสูงกว่าโมเลกุลของ H_2 1 โมเลกุล การเปลี่ยนแปลงพลังงานของ (ΔH) ของสมการนี้ใช้เครื่องหมาย (+) ดังสมการ

$H_{2\,(g)} \longrightarrow 2H_{(g)} \qquad \Delta H = +436\ kJ$

ในทางกลับกันถ้าไฮโดรเจน จำนวน 2 อะตอม สร้างพันธะโคเวเลนต์ แล้วกลายเป็นโมเลกุลของ H_2 จะคายพลังงานให้แก่สิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงพลังงานในลักษณะนี้จะใช้เครื่องหมายลบ (-) โดยพลังงานในการสร้างพันธะของอะตอมคู่เดียวกัน ดังสมการ

$2H_{(g)} \longrightarrow H_{2\,(g)} \qquad \Delta H = -436\ kJ$

การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกี่ยวกับการสลายพันธะในสารตั้งต้นและการสร้างพันธะในสารผลิตภัณฑ์ เนื่องจากอะตอมต่าง ๆ ในโมเลกุลยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมี การสลายพันธะจึงต้องดูดพลังงานและการสร้างพันธะจะมีการคายพลังงาน ถ้าทราบทั้งชนิดและจำนวนของพันธะทั้งหมดที่สลายกับพันธะที่เกิดขึ้นใหม่ เราอาจใช้ค่าพลังงานพันธะคำนวณหาพลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) ได้

การคำนวณหาพลังงานของปฏิกิริยา มีหลักดังนี้

1. ปฏิกิริยาใดมีการสลายพันธะอย่างเดียวเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน
2. ปฏิกิริยาใดมีการสร้างพันธะอย่างเดียวเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน
3. ปฏิกิริยาใดมีทั้งการสลายพันธะเดิมและสร้างพันธะใหม่ การตัดสินว่าดูดพลังงานหรือคายพลังงานให้หาผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะในสารและผลรวมของพลังงานที่คายจากการสร้างพันธะใหม่แล้วเปรียบเทียบกันว่าพลังงานส่วนใดมากกว่า

- ถ้าพลังงานที่ใช้สลายพันธะมากกว่าพลังงานที่คายการสร้างพันธะเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน
- ถ้าพลังงานที่ใช้คายการสร้างมากกว่าพลังงานที่ใช้สลายพันธะเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

Prince of Songkla University Pattani Campus

หรืออาจพิจารณาจากค่าพลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) ซึ่งคำนวณจาก

ΔH = ΣE ของสารตั้งต้น - ΣE ของผลิตภัณฑ์

เมื่อ ΣE ของสารตั้งต้น = ผลรวมของพลังงานที่ใช้ในการสลายพันธะของสารตั้งต้น

ΣE ของผลิตภัณฑ์ = ผลรวมของพลังงานที่คายออกมาในการสร้างพันธะในสารผลิตภัณฑ์

ถ้าค่า (ΔH) เป็น + แสดงว่า เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน

ถ้าค่า (ΔH) เป็น - แสดงว่า เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

Prince of Songkla University Pattani Campus

ใบงานที่ 7

เขียนแผนผังมโนมติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปบทเรียนจากที่ได้เรียนครั้งนี้ ในรูปของการเขียนแผนผังมโนมติ

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ใบงานที่ 8

เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

1. จงเขียนโครงสร้างลิวอิสของโมเลกุล O_2 H_2O และ H_2O_2 และเปรียบเทียบ

   ก. ความยาวพันธะระหว่าง H กับ O ใน H_2O และ H_2O_2

   ข. ความยาวพันธะระหว่าง O กับ O ใน O_2 และ H_2O_2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. กำหนดพลังงานพันธะ

$F - F = 159$ kJ/mol $\quad Cl - Cl = 242$ kJ/mol $\quad Cl - F = 253$ kJ/mol

ปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปในปฏิกิริยา $Cl_2(g) + F_2(g) \longrightarrow 2\,ClF(g)$ เป็นอย่างไร มีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

3. ปฏิกิริยา $CH_4 + 20_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

กำหนดพลังงานพันธะเป็นดังนี้

C – H = 400 kJ/mol	O – H = 450 kJ/mol
C – O = 350 kJ/mol	O – O = 150 kJ/mol
C = O = 802 kJ/mol	O = O = 500 kJ/mol

สมการข้างบนนี้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Prince of Songkla University Pattani Campus

แบบสังเกตการร่วมกิจกรรม

กิจกรรมที่ 5

เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

ที่	พฤติกรรม / ชื่อ-สกุล	ความสนใจ			การแสดงความคิดเห็น			การยอมรับฟังผู้อื่น			ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย			หมายเหตุ
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ..ผู้ประเมิน

............./......................../.................

Prince of Songkla University
Pattani Campus

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน = ดี

2 คะแนน = พอใช้

1 คะแนน = ต้องปรับปรุง

แบบบันทึกผลหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

...../...../.....

ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย (ตรวจสอบ / นิเทศ / เสนอแนะ / รับรอง)

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

...../...../.....

Prince of Songkla University Pattani Campus