

ชุดการสอน

เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

1 กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1 การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชุด



นางสาวกมลนุช ไชยมิชฌิม

ตำแหน่งครู วิทยฐานะ:ชำนาญการ



โรงเรียนพุทธโศกาวนาประชาสรรค์

อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดกาฬสินธุ์

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24

คำนำ

ชุดการสอนเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ รหัสวิชา ว30221 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ เป็นนวัตกรรมสำหรับผู้จัดทำใช้ในการสอน เพื่อแก้ปัญหาทางการเรียนให้กับผู้เรียนที่มีผลทางการเรียนต่ำ ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนที่เรียนดีได้มีความเข้าใจมากขึ้น ช่วยถ่ายทอดความรู้ให้กับเพื่อนซึ่งเป็นการฝึกทักษะทางการสื่อสารและสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างเพื่อนได้อีกด้วย นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถใช้ชุดการสอนเพื่อศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือเป็นการทบทวนบทเรียนและทำกิจกรรมได้ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ได้ตามความสนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการเรียนได้จากคำชี้แจงในชุดการสอน

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดการสอนนี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กมลนุช ไชยมัชฌิม

สารบัญ

หน้า

คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดการสอน.....	1
คำชี้แจงการใช้ชุดการสอนสำหรับคุณครู.....	2
คำชี้แจงการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน.....	4
ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้.....	5
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	6
บัตรคำสั่งที่ 1.....	9
บัตรความรู้ที่ 1.....	10
บัตรกิจกรรมที่ 1.....	15
บัตรงานที่ 1.....	19
บัตรแบบฝึกเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.....	20
เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1.....	23
เฉลยบัตรงานที่ 1.....	27
เฉลยบัตรแบบฝึกเสริมการเรียนรู้ที่ 1.....	29
แบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 1.....	30
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนชุดการสอนที่ 1.....	33
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 1.....	34
บรรณานุกรม.....	

คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดการสอน

ชุดการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างขึ้นเพื่อให้ครูนำไปใช้เป็นสื่อวัตกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ยึดหลักการทำงานร่วมกัน ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และมีงานที่เป็นรายบุคคลเพื่อฝึกให้นักเรียนได้พึ่งพาตนเอง ฉะนั้น ครูผู้สอนจะต้องให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด จึงจะทำให้การเรียนการสอนบังเกิดผลดี ชุดการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ประกอบด้วย คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดการสอน คำชี้แจงการใช้ชุดการสอนสำหรับครู คำชี้แจงการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ บัตรความรู้ บัตรกิจกรรม บัตรงาน บัตรแบบฝึกเสริมการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ชุดการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีทั้งหมด 7 ชุด ดังนี้

ชุดการสอนที่ 1	การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์	ใช้เวลาเรียน 3 คาบ
ชุดการสอนที่ 2	การเขียนสูตรและการเรียกชื่อโมเลกุลโคเวเลนต์	ใช้เวลาเรียน 2 คาบ
ชุดการสอนที่ 3	ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	ใช้เวลาเรียน 2 คาบ
ชุดการสอนที่ 4	แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์	ใช้เวลาเรียน 1 คาบ
ชุดการสอนที่ 5	รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	ใช้เวลาเรียน 5 คาบ
ชุดการสอนที่ 6	สภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์	ใช้เวลาเรียน 2 คาบ
ชุดการสอนที่ 7	สารโครงผลึก่างตาข่าย	ใช้เวลาเรียน 1 คาบ

คำชี้แจงการใช้ชุดการสอน สำหรับคุณครู

ชุดการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สร้างขึ้นตามขั้นตอนการสอนด้วยวิธีช่วยกันคิดช่วยกันเรียน (TAI : Team Assisted Individualization) แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม

1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันแบ่งกลุ่มแบบคละกัน กลุ่มละ 4 คน โดยมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน ในอัตราส่วน 1:2:1

1.2 นักเรียนกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

2.1 ให้นักเรียนทุกคนทดสอบก่อนเรียน

2.2 ครูผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน/ทบทวนความรู้เดิมและแจกอุปกรณ์การเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นสอน

3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบัตรความรู้ บัตรกิจกรรม โดยมีคำชี้แจงให้นักเรียนปฏิบัติตาม นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด สมาชิกทุกคนร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปแล้วบันทึกลงในบัตรกิจกรรม และตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน

3.2 ให้นักเรียนแต่ละคนทำบัตรงาน (รายบุคคล)

3.3 ให้นักเรียนจับคู่กันภายในกลุ่มของตนเองและเปลี่ยนกันตรวจบัตรงานและอธิบายข้อสงสัยให้กับคู่ของตนเอง บันทึกผลคะแนน

3.4 นักเรียนคนใดที่ทำบัตรงานได้ต่ำกว่าร้อยละ 75 ให้กลับไปศึกษาบัตรความรู้ และทบทวนการทำกิจกรรมโดยมีเพื่อนช่วยอธิบาย แล้วทำบัตรแบบฝึกเสริมการเรียนรู้ จนผ่านร้อยละ 75

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

4.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาบทเรียน บันทึกเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

4.2 นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนของแต่ละคนที่ได้จากการทดสอบ มารวมกันภายในกลุ่มหาค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

4.3 เลขานุการกลุ่ม บันทึกผลคะแนนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4.4 กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด จะติดประกาศไว้หน้าชั้นเรียน (ให้รางวัล)

คำชี้แจงการใช้ชุดการสอน สำหรับนักเรียน

ในการเรียนรู้จากชุดการสอน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ นักเรียนต้องทำความเข้าใจบทบาทของตนเองเพื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้และให้มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. ศึกษาคำชี้แจงการใช้ชุดการสอนให้เข้าใจก่อนที่จะลงมือปฏิบัติกิจกรรมในชุดการสอนและปฏิบัติตามลำดับขั้นตอน
2. นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
4. นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตามบัตรคำสั่ง
5. นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจและปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ให้ครบทุกกิจกรรม
6. ในระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีข้อสงสัย สามารถปรึกษาหารือ สอบถามจากเพื่อนในกลุ่ม หรือครูผู้สอนในระหว่างการเรียนรู้ได้
7. เมื่อนักเรียนเรียนจบแต่ละชุดการสอน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ หลังเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อประเมินผลการเรียนรู้และตรวจคำตอบจากแบบเฉลย
8. นักเรียนแจ้งคะแนนให้เลขากลุ่มทราบเพื่อหาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม และนำเสนอคะแนนของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน (กลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุดได้รางวัล)

ตัวชี้วัด

วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีในโครงผลึกและในโมเลกุลของสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดพันธะ โคเวเลนต์ในสารประกอบโคเวเลนต์ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับกฎออกเตตได้
3. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตตได้
4. นักเรียนสามารถระบุชนิดของพันธะโคเวเลนต์ใน โมเลกุลโคเวเลนต์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ

1. นักเรียนสามารถเขียนแสดงโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วยโครงสร้างลิวอิสได้

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน และมีจิตสาธารณะ

แบบทดสอบก่อนเรียน

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30221 เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
 (ข้อละ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน) ใช้เวลา 10 นาที

1. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

1. พันธะโคเวเลนต์เกิดจากอะตอมที่ให้อิเล็กตรอนร่วมกัน
2. ธาตุที่สร้างพันธะโคเวเลนต์จะเป็นธาตุโลหะเท่านั้น
3. สารโคเวเลนต์จะมีทั้งโมเลกุลของธาตุ และโมเลกุลของสารประกอบ
4. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุที่สร้างพันธะโคเวเลนต์ต่อกันจะต้องเป็นไปตามกฎออกเตตทุกสาร

ก. 1, 2

ข. 3, 4

ค. 1, 3

ง. 2, 4

2. ข้อใดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์ทั้งหมด

ก. CCl_4 BF_3 NO_2

ข. CuS C_2H_6 BaO

ค. BaO H_2O CuS

ง. NH_3 PH_3 LiCl

3. โมเลกุลในข้อใดเป็นไปตามกฎออกเตต

ก. SF_6

ข. CO_2

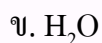
ค. ClO_2

ง. BeCl_2

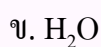
4. โมเลกุลในข้อใดมีพันธะคู่



5. สารประกอบในข้อใดมีจำนวนพันธะสูงที่สุด



6. โมเลกุลในข้อใดที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว



7. สารประกอบในข้อใดมีพันธะสามในโมเลกุลทุกชนิด



8. ข้อใดเป็นสารประกอบที่มีพันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์



9. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. พันธะสามเกิดจากอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 3 คู่

ข. ในโมเลกุล SO_2 มีพันธะโคออดิเนตโควาเลนต์

ค. สารประกอบโควาเลนต์เกิดจากธาตุโลหะกับธาตุอโลหะ

ง. สารประกอบโควาเลนต์ทุกชนิดต้องมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

10. อะตอมคู่ร่วมพันธะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่จะเกิดพันธะชนิดใด

ก. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะเดี่ยว

ข. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะคู่

ค. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะสาม

ง. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะโคออดิเนตโควาเลนต์

กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดการสอนชุดที่ 1

เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

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

คะแนน	
เต็ม	10
ได้	

บัตรคำสั่งที่ 1

1. หัวหน้ากลุ่มให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนศึกษาบัตรความรู้ที่ 1 เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ (ใช้เวลา 40 นาที)
2. หัวหน้ากลุ่มตรวจสอบว่าสมาชิกในกลุ่มดำเนินกิจกรรมเสร็จแล้วและเป็นไปตามเวลาที่กำหนดหรือไม่ จากนั้นสมาชิกในกลุ่มช่วยกันปฏิบัติตามคำชี้แจงในบัตรกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์และอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกันให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน (ใช้เวลา 50 นาที)
3. ให้นักเรียนทำบัตรงานที่ 1 เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ เมื่อเสร็จแล้วให้นักเรียนเปลี่ยนกันตรวจบัตรงานภายในกลุ่มของตนเอง และอธิบายข้อสงสัยให้กับคู่ของตนเองให้เข้าใจ (ตรวจจากเฉลยบัตรงาน) (ใช้เวลา 30 นาที)
4. นักเรียนคนใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 75 ต้องศึกษาบัตรความรู้และทบทวนกิจกรรมใหม่และทำบัตรแบบฝึกเสริมการเรียนรู้จนผ่านร้อยละ 75
5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็นรายบุคคลเสร็จแล้วตรวจคำตอบกับเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน แจ้งผลคะแนนให้เลขานุการกลุ่มทราบ หากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม เลขานุการกลุ่มบันทึกผลคะแนนกลุ่มหน้าชั้นเรียน เมื่อหมดเวลาเรียนเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อย (ใช้เวลา 10 นาที)

บัตรความรู้ที่ 1

เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ ต่อไปนี้

พันธะเคมี คือ อะไร
รู้ไหมเธอจำ

อารมณ์ดีแต่เช้าจังนะพี่เต๋า พันธะเคมีก็คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมกับอะตอมหรือไอออนกับไอออนในโมเลกุลหรือสารประกอบ ینگละ

เก่งที่สุดเลยน้อง ปี่ ของพี่ ว่าแต่ว่า น้องปี่ รู้หรือเปล่าว่าพันธะเคมี มีกี่ชนิด

แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ
1 พันธะไอออนิก
2 พันธะโลหะ และ
3 พันธะ.....?

3 ก็คือ พันธะโคเวเลนต์ เป็นพันธะที่เกิดจากอะตอมของธาตุใช้คู่อิเล็กตรอนร่วมกัน ینگละน้องปี่

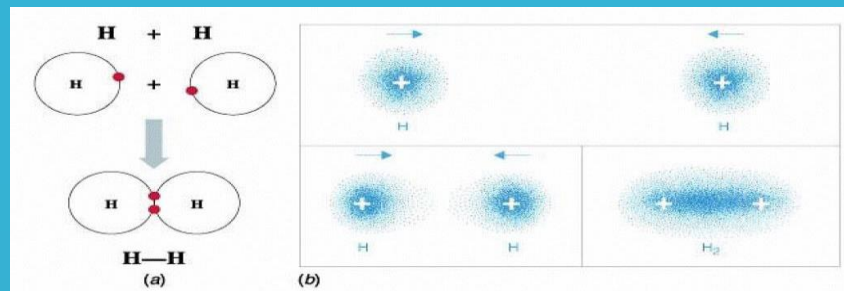
ใช่แล้วครับผม
เพื่อความเข้าใจมากขึ้น
เรามาดูการเกิดโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนกันดีกว่า

ไปกันเลยคะ
พี่เต๋า

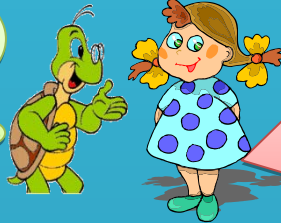
อ้อ....นี่ก็ออกแล้วคะ
อะตอม 2 อะตอมเคลื่อนที่เข้าหากัน

ทั้ง 2 อะตอมใช้ อิเล็กตรอน ร่วมกัน
เกิดแรงยึดเหนี่ยว เรียกว่า พันธะโคเวเลนต์
ใช่ไหมคะ

การเกิดโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน



เป็นไงบ้างจะน้อง ปี
เข้าใจหรือยัง



พอเข้าใจแล้วค่ะ

แต่ ปี ยังสงสัยว่า การสร้างพันธะของอะตอม
ไฮโดรเจนเกี่ยวข้องกับพลังงานไหมคะ

เกี่ยวข้องกับสิครับ การเกิดพันธะโคเวเลนต์นั้น นิวเคลียสของอะตอม
ทั้งสองจะต้องเข้ามาอยู่ใกล้กันในระยะที่เหมาะสม เพื่อให้แรงดึงดูด
ทั้งหมดของระบบเท่ากับแรงผลักร ทำให้อยู่ในภาวะสมดุลกัน รวมทั้งมีการ
ใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเกิดเป็นโมเลกุล พี่เต๋าคะอธิบายให้ฟังดังนี้ละครับ



การเกิดโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน ตามแผนภาพข้างบน เป็นอย่างนี้นะน้อง ปี

1. อะตอมของธาตุไฮโดรเจน มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปรอบๆ นิวเคลียสซึ่งมีประจุไฟฟ้า +1
อิเล็กตรอนและนิวเคลียสจะดึงดูดซึ่งกันและกัน มีลักษณะเป็นกลุ่มหมอกรูปทรงกลม
2. เมื่ออะตอมของไฮโดรเจนเคลื่อนที่เข้าใกล้กันจะมีแรงเกี่ยวข้องกับระหว่างอะตอม ดังนี้
 - แรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนของอะตอมหนึ่งกับนิวเคลียสของอีกอะตอมหนึ่ง
 - แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนของทั้งสองอะตอม
 - แรงผลักระหว่างนิวเคลียสกับนิวเคลียสของทั้งสองอะตอม
3. ขณะที่อะตอมเคลื่อนที่เข้าหากันพลังงานศักย์ของอะตอมจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่ง
อะตอม เข้าใกล้กันมากที่สุด จะอยู่ในภาวะที่เสถียรที่สุด เป็นภาวะที่มีความสมดุลระหว่างแรง
ดึงดูดกับแรงผลักร มีผลทำให้นิวเคลียสของอะตอมไม่แยกจากกัน และใช้อิเล็กตรอนร่วมกันในการ
ส่งแรงไปดึงดูด นิวเคลียสซึ่งกันและกัน เรียกว่า การเกิดพันธะโคเวเลนต์

เข้าใจแล้วค่ะ ชอบคุณมากนะคะพี่เต๋าคะ



สวัสดีครับ พี่เต๋า น้องบี
คุยอะไรกันอยู่ครับ น่าสนุกจัง

หวัดดี..เอ ไป
ไหนมาเหรอ

หวัดดีค่ะ พี่เอ
เรากำลังคุยกันเรื่องการเกิด
พันธะโคเวเลนต์ค่ะ



คุยกันเรื่องพันธะ
โคเวเลนต์เหรอ
นึกว่าเรื่องอะไร..

แม่.....พูดเหมือนพี่ เอ
มีความรู้อย่างนั้น

อ้าว.....ดูถูกพี่นี่นา...ฟังนะพี่จะเล่า
ให้ฟัง ตั้งใจฟังด้วยละ น้องรัก

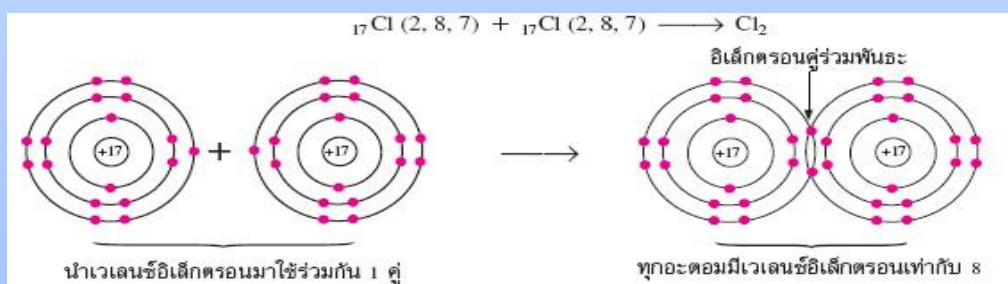
โมเลกุลโคเวเลนต์มีลักษณะดังนี้

1. เกิดจากอะตอมของธาตุประเภทอโลหะ ซึ่งส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4 – 7 หรือธาตุ ที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง รวมทั้งธาตุ Be และ B นำเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกันเป็นคู่ๆ เรียกว่า “อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ” เพื่อให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ส่วนอิเล็กตรอนคู่ที่ไม่ได้ใช้สร้าง พันธะ เรียกว่า “อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว”
2. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมใช้สร้างพันธะ คือจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่ไม่ครบ 8 ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 การสร้างพันธะระหว่าง H กับ Cl ได้สารประกอบ HCl



ตัวอย่างที่ 2 การสร้างพันธะระหว่าง Cl กับ Cl ได้สารประกอบ Cl_2



เก่งไม่เบาเลยนะ เอ

โอโฮ...พี่เอาจริงๆด้วย ถ้าอย่างนั้น
พันธะโคเวเลนต์แบ่งเป็นกี่ชนิดคะ

จะลองภูมิพี่เหอ..
เดี๋ยวพี่บอกให้

ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ แบ่งตามจำนวนอิเล็กตรอนที่ใช้สร้างพันธะ แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

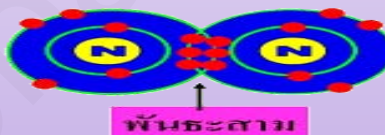
1 พันธะเดี่ยว อะตอมใช้อิเล็กตรอนสร้างพันธะร่วมกัน 1 คู่ (:) ใช้ - แทนพันธะเดี่ยว



2 พันธะคู่ อะตอมใช้อิเล็กตรอนสร้างพันธะร่วมกัน 2 คู่ (::) ใช้ = แทนพันธะคู่



3 พันธะสาม อะตอมใช้อิเล็กตรอนสร้างพันธะร่วมกัน 3 คู่ (:::) ใช้ ≡ แทนพันธะสาม

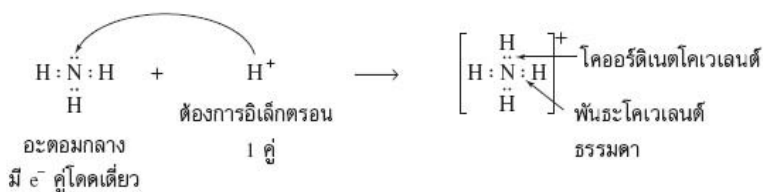
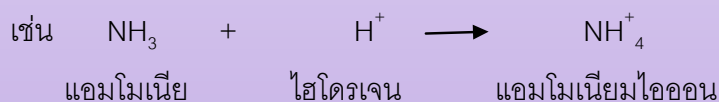


พันธะสาม

พี่เต๋า ขอมีส่วนร่วมด้วยนะครับ ว่าโมเลกุลมีทั้ง
โมเลกุลธาตุ เช่น Cl_2 O_2 และโมเลกุลสารประกอบ
เช่น HCl NH_3 CO_2

ถูกต้องแล้วครับ

นอกจากนี้ สารโคเวเลนต์บางชนิดประกอบด้วยพันธะโคเวเลนต์ที่
อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะมาจากอะตอมใดอะตอมหนึ่งเท่านั้น เรียก
พันธะนี้ว่า พันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์



เก่งกันจังนะคะ ปี่ ต้องทำ
การบ้านเยอะๆเสียแล้ว

ปี่ มีข้อสงสัย
อีกนิดหน่อยค่ะ

ว่าไงน้อง ปี่



คือว่า...โมเลกุลโคเวเลนต์
ทุกโมเลกุลจะต้องสร้าง
พันธะให้เป็นไปตามกฎ
ออกเตตเสมอไหมค่ะ

เป็นคำถามที่ดีมากเลย
น้องปี่ พี่ก็ตอบไม่ได้
ไม่รู้เหมือนกัน พี่เต่า
ต้องช่วยเราแล้วหละ
ครับ

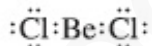


ได้เลยครับ คืออย่างนั้นะ
น้องทั้งสอง กฎทุกกฎย่อมมี
ข้อยกเว้น พันธะโคเวเลนต์ก็
เช่นเดียวกัน



โมเลกุลโควาเลนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

1 อะตอมกลางไม่ครบออกเตต เกิดจากธาตุ Be และ B สร้างพันธะโคเวเลนต์



Be เป็นอะตอมกลาง

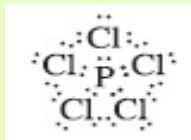
มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4



B เป็นอะตอมกลาง

มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 6

2. อะตอมกลางเกินออกเตต เช่น PCl_5



P เป็นอะตอมกลาง

มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 10



S เป็นอะตอมกลาง

มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 12

เข้าใจแล้วใช่ไหมครับ
เราไปทำกิจกรรมและ
บ้านกันเถอะ



บัตรกิจกรรมที่ 1

การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....ชั้น/ห้อง.....

จำนวนสมาชิกกลุ่ม

1.....เลขที่.....

2.....เลขที่.....

3.....เลขที่.....

4.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้หัวหน้ากลุ่มรับอุปกรณ์จากครูผู้สอนและให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรม

อุปกรณ์ บัตรคำ จำนวน 16 บัตรคำ

- วิธีทำ**
1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาว่าสูตรโมเลกุลของสารที่อยู่ในบัตรคำ โมเลกุลใดบ้างเป็น โมเลกุลโคเวเลนต์ แล้วเขียนสูตรโมเลกุลนั้นลงไปในช่วงว่าง
 2. ให้นักเรียนระบุว่าอะตอมใดเป็นอะตอมกลาง อะตอมที่มาล้อมรอบอะตอมกลาง เขียนโครงสร้างลิวอิส ระบุจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและชนิดพันธะ ลงในช่วงว่าง
 3. ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม

จุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

1. นักเรียนระบุโมเลกุลที่เป็นสารโคเวเลนต์ได้
2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสได้

3. นักเรียนสามารถระบุ อะตอมกลาง อะตอมที่ล้อมรอบ อิเล็กตรอนคู่โดด

เด็กว อิเล็กทรอนิกส์ร่วมพันธะ และชนิดของพันธะในสารประกอบเวเลนต้าได้

ผลการทำกิจกรรม

[illegible]

โมเลกุล โคเวเลนต์	อะตอม กลาง	อะตอม ล้อมรอบ	โครงสร้างลิวอิส	อิเล็กตรอน คู่โดดเดี่ยว	อิเล็กตรอน คู่ร่วมพันธะ	ชนิด พันธะ

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม : จากผลการทำกิจกรรม ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือ

.....

.....

.....

2. โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต คือ

.....

.....

3. โมเลกุลที่เป็นชนิดพันธะคู่ คือ

.....

.....

4. โมเลกุลที่เป็นโมเลกุลของธาตุ คือ

.....

.....

5. โมเลกุลที่มีพันธะโคออดิเนตโควาเลนต์ คือ

.....

.....

6. โมเลกุลของสารที่ไม่ใช่พันธะโคเวเลนต์กับอะตอมกลางที่กำหนดไว้ในบัตรกิจกรรม คือ.....

บัตรงานที่ 1

การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....ชั้น/ห้อง.....

ชื่อ.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

- เมื่อฟลูออรีน 2 อะตอม เคลื่อนที่เข้าใกล้กันและรวมตัวกันเป็นโมเลกุลฟลูออรีน จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์อย่างไร จงอธิบาย

.....

- แก๊สไฮโดรเจนฟลูออไรด์(HF) แก๊สคลอรีน(Cl_2) และน้ำ(H_2O) แต่ละโมเลกุลมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวอยู่ที่

.....

- นักเรียนคิดว่าในสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจน เช่น ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ (N_2O) อะตอมของไนโตรเจนมีอิเล็กตรอนเป็นไปตามกฎออกเตตหรือไม่ อย่างไร

.....

บัตรแบบฝึกเสริมการเรียนรู้ที่ 1
การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

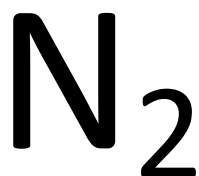
ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....ชั้น/ห้อง.....

ชื่อ.....เลขที่.....

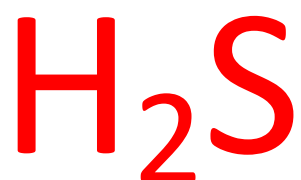
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างลิวอิสแสดงการเกิดพันธะของสารที่กำหนดให้
 ต่อไปนี้พร้อมทั้งระบุชนิดของพันธะ

สูตรโมเลกุล	โครงสร้างลิวอิส	ชนิดของพันธะ
Br_2		
H_2O		
H_2O_2		
CS_2		
N_2H_4		
CH_3OH		

บัตรคำ



บัตรคำ



เฉลยบัตรกิจกรรมที่ 1

การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

คำชี้แจง ให้หัวหน้ากลุ่มรับอุปกรณ์จากครูผู้สอนและให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรม

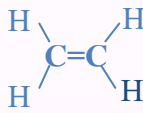
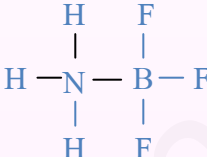
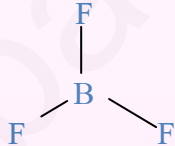
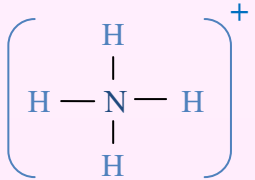
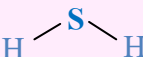
อุปกรณ์ บัตรคำ จำนวน 16 บัตรคำ

- วิธีทำ**
1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาว่าสูตรโมเลกุลของสารที่อยู่ในบัตรคำ โมเลกุลใดบ้างเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ แล้วเขียนสูตรโมเลกุลนั้นลงไปในห้องว่าง
 2. ให้นักเรียนระบุว่าอะตอมใดเป็นอะตอมกลาง อะตอมที่ล้อมรอบอะตอมกลาง เขียนโครงสร้างลิวอิส ระบุจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและชนิดพันธะ ลงในห้องว่าง
 3. ให้นักเรียนสรุปผลและตอบคำถามท้ายกิจกรรม

จุดประสงค์ของการทำกิจกรรม

1. นักเรียนระบุโมเลกุลที่เป็นสารโคเวเลนต์ได้
2. นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสได้
3. นักเรียนสามารถระบุ อะตอมกลาง อะตอมที่ล้อมรอบ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และชนิดของพันธะในสารประกอบโคเวเลนต์ได้

ผลการทำกิจกรรม

โมเลกุล โคเวเลนต์	อะตอม กลาง	อะตอม ล้อมรอบ	โครงสร้างลิวอิส	อิเล็กตรอน คู่โดดเดี่ยว	อิเล็กตรอน คู่ร่วมพันธะ	ชนิด พันธะ
C_2H_4	C	C,H		-	1 คู่/พันธะ 2 คู่/พันธะ	เดี่ยว คู่
N_2	N	N	$\cdot\cdot \cdot\cdot$ $N \equiv N$	1 คู่	3 คู่/พันธะ	สาม
NH_3-BF_3	N	H,BF₃		-	-	โคออร์ ดิเนต
BF_3	B	F		-	1 คู่/พันธะ	เดี่ยว
CO_2	C	O	$O=C=O$	-	2 คู่/พันธะ	คู่
NH_4^+	N	H		-	- 1 คู่/พันธะ	โคออร์ ดิเนต เดี่ยว
H_2S	S	H	$\cdot\cdot \cdot\cdot$ 	2 คู่	1 คู่/พันธะ	เดี่ยว

โมเลกุล โคเวเลนต์	อะตอม กลาง	อะตอม ล้อมรอบ	โครงสร้างลิวอิส	อิเล็กตรอนคู่ โดดเดี่ยว	อิเล็กตรอน คู่ร่วมพันธะ	ชนิด พันธะ
PCl_5	P	Cl		-	1 คู่/พันธะ	เดี่ยว
XeF_4	Xe	F		2 คู่	1 คู่/พันธะ	เดี่ยว
O_2	O	O		2 คู่	2 คู่/พันธะ	คู่

สรุปผลการทำกิจกรรม

จากผลการทำกิจกรรม พบว่า พันธะโคเวเลนต์มี 4 ชนิดคือ

พันธะเดี่ยว เกิดจาก ธาตุที่ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ คือโมเลกุลของ BF_3 H_2S PCl_5 XeF_4

พันธะคู่ เกิดจาก ธาตุที่ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ คือโมเลกุลของ C_2H_4 CO_2 O_2

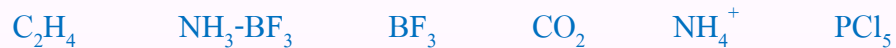
พันธะสาม เกิดจาก ธาตุที่ใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่ คือโมเลกุลของ N_2

พันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์ เกิดจากอิเล็กตรอนที่ใช้ในการร่วมพันธะมาจากอะตอมของ
ธาตุใดธาตุหนึ่งเท่านั้น คือโมเลกุลของ $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ NH_4^+

นอกจากนี้บางโมเลกุลยังมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนจากอะตอมกลางที่ไม่ได้ใช้ในการสร้าง
พันธะเหลืออยู่เรียกว่า อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือโมเลกุลของ N_2 H_2S XeF_4 O_2

คำถามท้ายกิจกรรม : จากผลการทำกิจกรรม ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือ



2. โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต คือ



3. โมเลกุลที่เป็นชนิดพันธะคู่ คือ



4. โมเลกุลที่เป็นโมเลกุลของธาตุ คือ



5. โมเลกุลที่มีพันธะโคออดิเนตโควาเลนต์ คือ



6. โมเลกุลของสารที่ไม่ใช่พันธะโคเวเลนต์กับอะตอมกลางที่กำหนดไว้ในบัตรกิจกรรม คือ



เฉลยบัตรงานที่ 1

การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

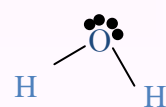
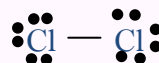
คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. เมื่ออะตอมฟลูออรีน 2 อะตอม เคลื่อนที่เข้าใกล้กันและรวมตัวกันเป็นโมเลกุล ฟลูออรีนจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์อย่างไร จงอธิบาย

เมื่ออะตอมฟลูออรีน 2 อะตอมอยู่ห่างกัน จะมีพลังงานศักย์ค่าหนึ่ง เมื่ออะตอมทั้งสองเคลื่อนที่เข้าใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับโปรตอน ขณะเดียวกันก็จะเกิดแรงผลักระหว่างโปรตอนกับโปรตอนและระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนของอะตอมทั้งสองด้วย แรงดึงดูดและแรงผลัสดังกล่าวจะทำให้พลังงานศักย์ลดลง เมื่ออะตอมทั้งสองเคลื่อนที่เข้าใกล้กันมากขึ้นอีก แรงดึงดูดจะมีค่ามากขึ้น ทำให้ผลต่างของแรงดึงดูดกับแรงผลักเพิ่มขึ้นและทำให้พลังงานศักย์ลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองอยู่ห่างกันในระยะที่เหมาะสม ที่จุดนี้ผลรวมของแรงดึงดูดและแรงผลักทำให้พลังงานศักย์ของฟลูออรีนทั้งสองอะตอมลดลงมากที่สุด อะตอมจึงมีพลังงานลดลงต่ำสุด ทำให้อะตอมของฟลูออรีนใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเกิดเป็นโมเลกุลของฟลูออรีนที่มีความเสถียรมาก

2. แก๊สไฮโดรเจนฟลูออไรด์(HF) แก๊สคลอรีน(Cl_2) และน้ำ(H_2O) แต่ละโมเลกุลมีอิเล็กตรอนคู่โคตเดี่ยวอยู่ที่คู่

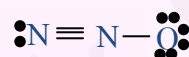
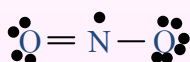
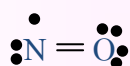
โครงสร้างลิวอิสของแก๊สไฮโดรเจนฟลูออไรด์(HF) แก๊สคลอรีน(Cl_2) และน้ำ(H_2O) เป็นดังนี้



จากโครงสร้างลิวอิสพบว่าโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนฟลูออไรด์ มีอิเล็กตรอนคู่โคตเดี่ยว 3 คู่

แก๊สคลอรีน มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 6 คู่ และโมเลกุลของน้ำมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่



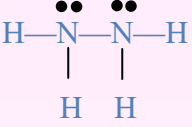
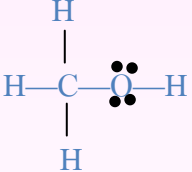
3. นักเรียนคิดว่าในสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจน เช่น ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ (N₂O) อะตอมของไนโตรเจนมีอิเล็กตรอนเป็นไปตามกฎออกเตตหรือไม่ อย่างไร



จากโครงสร้างลิวอิส พบว่า อะตอมของไนโตรเจนในโมเลกุลของ NO และ NO₂ มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่เป็นไปตามกฎออกเตต โดยมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนรอบไนโตรเจนน้อยกว่า 8 (มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7) ส่วนที่อะตอมของไนโตรเจนของ N₂O มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต

เฉลยบัตรแบบฝึกเสริมการเรียนรู้ที่ 1
การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างลิวอิสแสดงการเกิดพันธะของสารที่กำหนดให้
 ต่อไปนี้พร้อมทั้งระบุชนิดของพันธะ

สูตรโมเลกุล	โครงสร้างลิวอิส	ชนิดของพันธะ
Br_2	$\text{Br}-\text{Br}$	พันธะเดี่ยว
H_2O		พันธะเดี่ยว
H_2O_2		พันธะเดี่ยว
CS_2	$\text{S}=\text{C}=\text{S}$	พันธะคู่
N_2H_4		พันธะเดี่ยว
CH_3OH		พันธะเดี่ยว

แบบทดสอบหลังเรียน

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30221 เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
(ข้อละ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน) ใช้เวลา 10 นาที

1. ข้อใดเป็นสารประกอบโควาเลนต์ทั้งหมด

ก. CCl_4 BF_3 NO_2

ข. CuS C_2H_6 BaO

ค. BaO H_2O CuS

ง. NH_3 PH_3 LiCl

2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. พันธะสามเกิดจากออร์บิทัล p 3 คู่

ข. ในโมเลกุล SO_2 มีพันธะโคออร์ดิเนตโควาเลนต์

ค. สารประกอบโควาเลนต์เกิดจากธาตุโลหะกับธาตุอโลหะ

ง. สารประกอบโควาเลนต์ทุกชนิดต้องมีออร์บิทัล p 3 คู่

3. โมเลกุลในข้อใดเป็นไปตามกฎออกเตต

ก. SF_6

ข. CO_2

ค. ClO_2

ง. BeCl_2

4. โมเลกุลในข้อใดมีพันธะคู่

ก. N_2

ข. O_2

ค. H_2

ง. Cl_2

5. โมเลกุลในข้อใดที่อะตอมกลางไม่มีออร์บิทัล p 3 คู่

ก. NH_3

ข. H_2O

ค. CCl_4

ง. NOCl

6. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

1. พันธะโควาเลนต์เกิดจากอะตอมที่ให้อิเล็กตรอนร่วมกัน
2. ธาตุที่สร้างพันธะโควาเลนต์จะเป็นธาตุโลหะเท่านั้น
3. สารโควาเลนต์จะมีทั้งโมเลกุลของธาตุ และโมเลกุลของสารประกอบ
4. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุที่สร้างพันธะโควาเลนต์ต่อกันจะต้องเป็นไปตามกฎออกเตตทุกสาร

ก. 1, 2

ข. 3, 4

ค. 1, 3

ง. 2, 4

7. สารประกอบในข้อใดมีพันธะสามในโมเลกุลทุกชนิด

ก. O_3 และ O_2

ข. O_2 และ NH_3

ค. HCN และ C_2H_2

ง. HCN และ C_2H_4

8. ข้อใดเป็นสารประกอบที่มีพันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์

ก. O_3

ข. BF_3

ค. HBr

ง. HNO_2

9. สารประกอบในข้อใดมีจำนวนพันธะสูงที่สุด

ก. CH_4

ข. H_2O

ค. PCl_3

ง. PCl_5

10. อะตอมคู่ร่วมพันธะให้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ จะเกิดพันธะชนิดใด

ก. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะเดี่ยว

ข. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะคู่

ค. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะสาม

ง. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์

กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบหลังเรียน ชุดการสอนชุดที่ 1

เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

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

คะแนน	
เต็ม	10
ได้	

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดการสอนชุดที่ 1

เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

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

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดการสอนชุดที่ 1

เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

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

บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว,
2553.

..... หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.ลาดพร้าว, 2553.

ปัญญา แสันทวี และคณะ. สารและสมบัติของสาร ม.4-ม.6. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช,
2551.

สำราญ พฤกษ์สุนทร. เคมี โครงสร้าง 2 ม.4 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: พัฒนา, ม.ป.ป.

อุไรวรรณ ศิวะกุล. เคมี อาจารย์อุ. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช, 2542.

รูปภาพโมเลกุลของสารที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต (ออนไลน์)

(อ้างเมื่อ 21 ธันวาคม 2555). จาก <http://www.p0nglearning.com>

รูปภาพการเกิดพันธะไฮโดรเจน (ออนไลน์)

(อ้างเมื่อ 21 ธันวาคม 2555). จาก <http://www.atom.rmutphysics.com>