คำนิยม

คุณครูวิไลวรรณ อันทะลัย เป็นครูที่มีความรู้ ความสามารถ มีความมุ่งมั่นตั้งใจในการปฏิบัติงานอย่างดียิ่ง มีลักษณะเหมาะสมกับการเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่ดี เป็นผู้ที่มีการแสวงหาความรู้ในการพัฒนาตนเอง พัฒนาวิชาชีพ และนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียน จนทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ขอแสดงความชื่นชมคุณครูวิไลวรรณ อันทะลัย ที่มีความมุ่งมั่น ตั้งใจ พัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่องพันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นแบบฝึกที่สมบูรณ์ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน นับเป็นผลงานที่มีประโยชน์และมีคุณค่าต่อนักเรียน เพราะนอกจากจะช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตรแล้ว ยังเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

(นายตรีวิเศษ ทัพไทย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองเตาวิทยาคม

www.kroobannok.com

คำนำ

แบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนประกอบการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พันธะเคมี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ เกิดการเรียนรู้ที่มั่นคงและถาวรและได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนิสัยให้เป็นผู้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีความกระตือรือร้นในการเรียน แบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์นี้ ประกอบด้วย

- คำแนะนำการใช้แบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- กิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์
- แบบทดสอบหลังเรียน
- เฉลย
- ตารางบันทึกคะแนนการทำแบบฝึก

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ชุดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนานักเรียน และมีส่วนช่วยให้ทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนเกิดความเข้าใจ และเห็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียน อันจะเป็นคุณประโยชน์แก่นักเรียนและช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างดียิ่ง

วิไลวรรณ อันทะลัย

www.kroobannok.com

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนิยม	ก
คำนำ	ข
คำชี้แจง	1
จุดประสงค์การเรียนรู้	2
ใบความรู้	3
กิจกรรมที่ 1 จำแนกประเภท	6
กิจกรรมที่ 2 ใครไม่เข้าพวก	7
กิจกรรมที่ 3 จัดกลุ่มอย่างหลากหลาย	9
แนวคำตอบ	10
แบบทดสอบหลังเรียน	14
กระดาษคำตอบ	17
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	18
แบบบันทึกคะแนน	18
บรรณานุกรม	19

www.kroobannok.com

คำชี้แจง

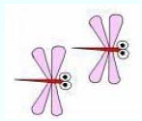
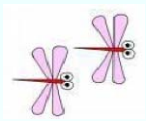
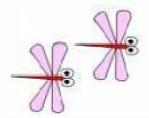
1. แบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ชุดนี้เป็นชุดที่ 1 จากแบบฝึกทั้งหมด 12 แบบฝึก
2. แบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ชุดนี้มีเนื้อหาสาระและกิจกรรมเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน
3. แบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง ขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละคน
4. ขั้นตอนการใช้แบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์
   - 4.1 ศึกษาและทำความเข้าใจจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบฝึก
   - 4.2 ศึกษาและทำความเข้าใจกับเนื้อหาจากใบความรู้
   - 4.3 ศึกษาและทำความเข้าใจคำชี้แจงในแต่ละกิจกรรมอย่างละเอียด
   - 4.4 ทำแบบฝึกในแต่ละกิจกรรมจนครบอย่างมุ่งมั่นตั้งใจ
   - 4.5 ตรวจคำตอบแบบฝึกจากแนวคำตอบ อย่างซื่อสัตย์
   - 4.6 ทำแบบทดสอบหลังเรียน
   - 4.7 ตรวจคำตอบแบบทดสอบจากเฉลย อย่างซื่อสัตย์
   - 4.8 บันทึกผลคะแนนที่ได้ในตารางบันทึกคะแนนท้ายเล่ม

www.kroobanrok.com

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์นี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. บอกความหมายของพันธะโควาเลนต์และสารโควาเลนต์ได้
2. อธิบายการเกิดพันธะโควาเลนต์ และระบุชนิดของพันธะได้
3. บอกความหมายของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รวมทั้งอธิบาย การเกิด พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสามได้
4. ระบุโมเลกุลที่เป็นไปตามกฎออกเตตและไม่เป็นไปตามกฎออกเตตได้
5. วิเคราะห์ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด และนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

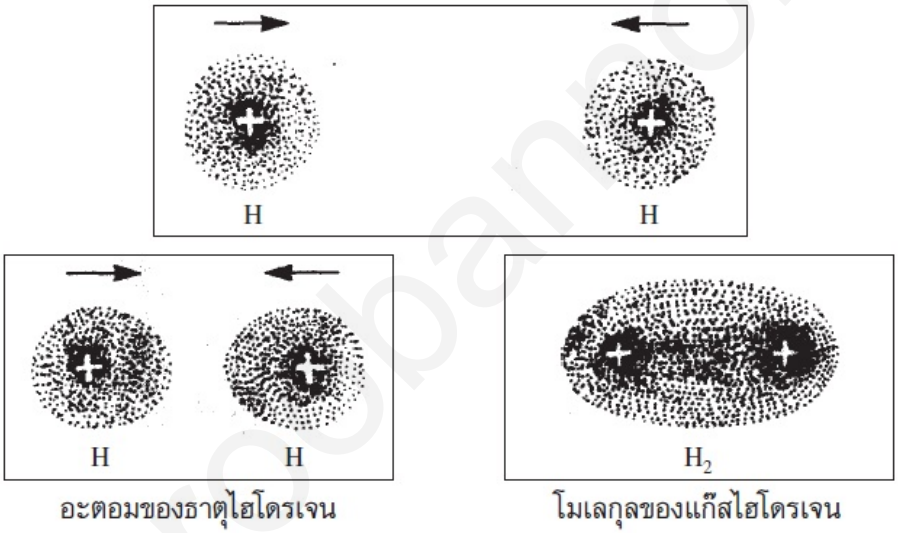




www.kroobannok.com

ใบความรู้ เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโควาเลนต์

การเกิดพันธะโควาเลนต์

การสร้างพันธะโควาเลนต์ มีหลักการของการเกิดพันธะโควาเลนต์ ซึ่งศึกษาได้จากการเกิดพันธะระหว่างอะตอมของธาตุไฮโดรเจนเป็นโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน ดังนี้



อะตอมของธาตุไฮโดรเจน โมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน

1. อะตอมของธาตุไฮโดรเจน มีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปรอบๆ นิวเคลียสซึ่งมีประจุไฟฟ้า +1 อิเล็กตรอนและนิวเคลียสจะดึงดูดซึ่งกันและกัน มีลักษณะเป็นกลุ่มหมอกรูปทรงกลม

2. เมื่ออะตอมของไฮโดรเจนเคลื่อนที่เข้าใกล้กันจะมีแรงเกี่ยวข้องระหว่างอะตอม ดังนี้

- แรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนของอะตอมหนึ่งกับนิวเคลียสของอีกอะตอมหนึ่ง
- แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนของทั้งสองอะตอม
- แรงผลักระหว่างนิวเคลียสกับนิวเคลียสของทั้งสองอะตอม

3. ขณะที่อะตอมเคลื่อนที่เข้าหากันพลังงานศักย์ของอะตอมจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งอะตอมเข้าใกล้กันมากที่สุด จะอยู่ในภาวะที่เสถียรที่สุด เป็นภาวะที่มีความสมดุลระหว่างแรงดึงดูดกับแรงผลัก มีผลทำให้นิวเคลียสของอะตอมไม่แยกจากกัน และใช้อิเล็กตรอนร่วมกันในการส่งแรงไปดึงดูดนิวเคลียสซึ่งกันและกัน เรียกว่า การเกิดพันธะโควาเลนต์

www.kroobanok.com

ชนิดของพันธะโควาเลนต์

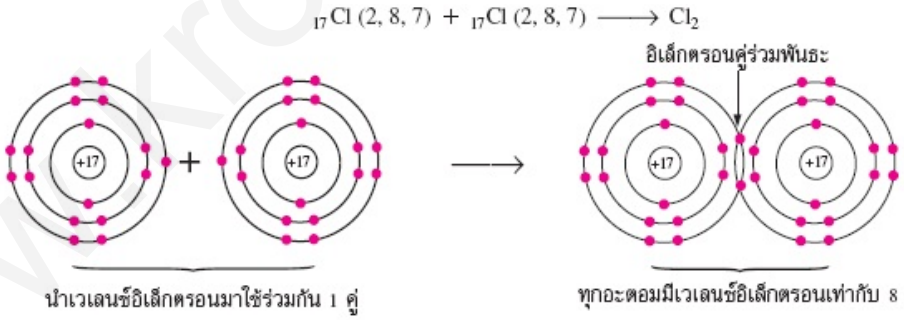
โมเลกุลโควาเลนต์มีลักษณะดังนี้

1. เกิดจากอะตอมของธาตุประเภทอโลหะ ซึ่งส่วนใหญ่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4 – 7 หรือธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง รวมทั้งธาตุ Be และ B นำเวเลนซ์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกันเป็นคู่ๆ เรียกว่า “อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ” เพื่อให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ส่วนอิเล็กตรอนคู่ที่ไม่ได้ใช้สร้างพันธะ เรียกว่า “อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว”

2. จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมใช้สร้างพันธะ คือจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่ไม่ครบ 8 ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 1 การสร้างพันธะระหว่าง H กับ Cl ได้สารประกอบ HCl

ตัวอย่างที่ 2 การสร้างพันธะระหว่าง Cl กับ Cl ได้สารประกอบ Cl_2



3. ชนิดของพันธะโควาเลนต์ แบ่งตามจำนวนอิเล็กตรอนที่ใช้สร้างพันธะ แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

3.1 พันธะเดี่ยว อะตอมใช้อิเล็กตรอนสร้างพันธะร่วมกัน 1 คู่ (:) ใช้ — แทนพันธะเดี่ยว เช่น H – Cl N – H

3.2 พันธะคู่ อะตอมใช้อิเล็กตรอนสร้างพันธะร่วมกัน 2 คู่ (::) ใช้ = แทนพันธะคู่ เช่น O = O O = C = O

www.krooobannok.com

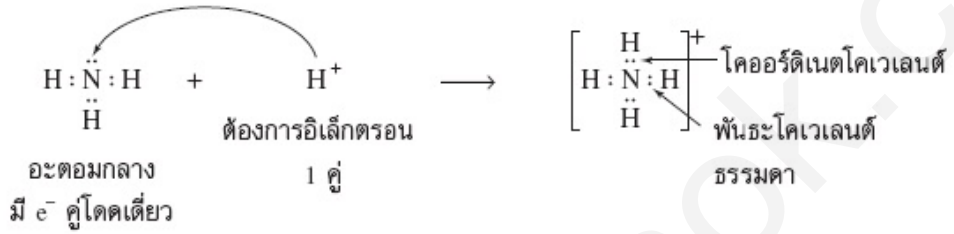
3.3 พันธะสาม อะตอมใช้อิเล็กตรอนสร้างพันธะร่วมกัน 3 คู่ (⋮⋮) ใช้ ≡ แทนพันธะสาม เช่น $H-C\equiv N$

4. โมเลกุลมีทั้งโมเลกุลธาตุ เช่น Cl_2 O_2 และโมเลกุลสารประกอบ เช่น HCl NH_3 CO_2

5. สารโคเวเลนต์บางชนิดประกอบด้วยพันธะโคเวเลนต์ที่อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะมาจากอะตอมใดอะตอมหนึ่งเท่านั้น เรียกพันธะนี้ว่า พันธะโคออดิเดตโคเวเลนต์ เช่น

$$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$$

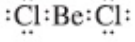
แอมโมเนีย ไฮโดรเจน แอมโมเนียมไอออน



โมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

1. อะตอมกลางไม่ครบออกเตต เกิดจากธาตุ Be และ B สร้างพันธะโคเวเลนต์ดังนี้

$BeCl_2$



Be เป็นอะตอมกลาง
มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4

BF_3

B เป็นอะตอมกลาง
มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 6

2. อะตอมกลางเกินออกเตต เช่น PCl_5 SF_6 XeF_4

PCl_5

P เป็นอะตอมกลาง
มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 10

SF_6

S เป็นอะตอมกลาง
มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 12

www.kroobannok.com

กิจกรรมที่ 1 จำแนกประเภท

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาคู่ธาตุที่กำหนดให้ แล้วเลือกคู่ธาตุที่เกิดพันธะโควาเลนต์ได้ พร้อมทั้งระบุชนิดของพันธะโควาเลนต์

1. Mg – Cl | Na – O | H – S | Fe – O | K – S

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ ..... ชนิดของพันธะ .....

2. Mg – O | N – Cl | Ag – Cl | Na – Cl | Fe – Cl

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ ..... ชนิดของพันธะ .....

3. Ba – S | Mg – S | Ca – Cl | H – O | Ba – Cl

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ ..... ชนิดของพันธะ .....

4 Li – O | Li – F | K – O | O – O | Na – S

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ ..... ชนิดของพันธะ .....

5. N – N | Li – Cl | K – I | Sr – O | Mg – F

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ ..... ชนิดของพันธะ .....

www.kroobannok.com

กิจกรรมที่ 2 ตามล่าหาแกะดำ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนสูตรแบบจุดของสารโควาเลนต์ แล้วพิจารณาว่าสารใดไม่เข้าพวก (แกะดำ)

1. $BeCl_2$ ..... CH_4 .....

H_2O ..... NH_3 .....

สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ ..... เหตุผล.....

2. H_2S ..... BF_3 .....

HCl ..... CH_2O .....

สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ ..... เหตุผล.....

www.kroobanook.com

3. N_2 ..... Cl_2O .....

$SiCl_4$ ..... PCl_5 .....

สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ ..... เหตุผล.....

4. CH_4 ..... SF_6 .....

Cl_2 ..... PH_3 .....

สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ ..... เหตุผล.....

5. O_2 ..... HNO .....

XeF_4 ..... CO_2 .....

สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ ..... เหตุผล.....

www.kroobannok.com

กิจกรรมที่ 3 จัดกลุ่มอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสูตรสารประกอบโควาเลนต์ที่กำหนดให้ แล้วจัดกลุ่มสารประกอบตามที่กำหนด

SiO_2 $BeCl_2$ SO_2 CO_2 CCl_4 PCl_5 BF_3

O_3 Cl_2 N_2 NO NH_3 NH_4^+

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือ

.....

2. โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต คือ

.....

3. โมเลกุลที่เป็นชนิดพันธะคู่ คือ

.....

4. โมเลกุลที่เป็นโมเลกุลของธาตุ คือ

.....

5. โมเลกุลที่มีพันธะโคออดิเนตโควาเลนต์ คือ

.....

www.kroobannok.com

แนวคำตอบ

www.kroobannok.com

กิจกรรมที่ 1 จำแนกประเภท

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาคู่ธาตุที่กำหนดให้ แล้วเลือกคู่ธาตุที่เกิดพันธะโควาเลนต์ได้ พร้อมทั้งระบุชนิดของพันธะโควาเลนต์

1. Mg – Cl | Na – O | H – S | Fe – O | K – S

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ H – S ชนิดของพันธะ พันธะเดี่ยว

2. Mg – O | N – Cl | Ag – Cl | Na – Cl | Fe – Cl

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ N - Cl ชนิดของพันธะ พันธะเดี่ยว

3. Ba – S | Mg – S | Ca – Cl | H – O | Ba – Cl

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ H – O ชนิดของพันธะ พันธะเดี่ยว

4 Li – O | Li – F | K – O | O – O | Na – S

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ O – O ชนิดของพันธะ พันธะคู่

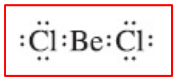
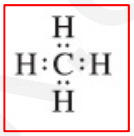
5. N – N | Li – Cl | K – I | Sr – O | Mg – F

ธาตุคู่ที่เกิดพันธะโควาเลนต์คือ N – N ชนิดของพันธะ พันธะสาม

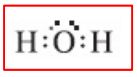
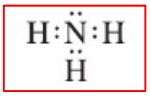
www.kroobannok.com

กิจกรรมที่ 2 ตามล่าหาแกะดำ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนสูตรแบบจุดของสารโควาเลนต์ แล้วพิจารณาว่าสารใดไม่เข้าพวก (แกะดำ)

1. $BeCl_2$  CH_4 

....

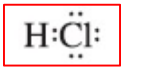
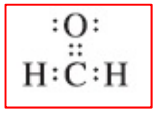
H_2O  NH_3 

....

สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ $BeCl_2$ เหตุผล โมเลกุลไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

2. H_2S BF_3

....

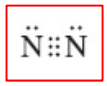
HCl  CH_2O 

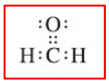
....

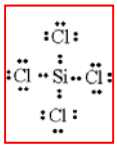
สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ BF_3 เหตุผล โมเลกุลไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

www.kroobannok.com

3.

N_2  .....

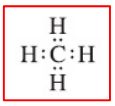
Cl_2O  .....

$SiCl_4$  .....

PCl_5 .....

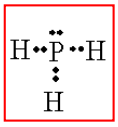
สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ PCl_5 เหตุผล โมเลกุลไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

4.

CH_4  .....

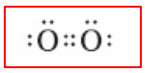
SF_6 .....

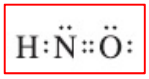
Cl_2 .....

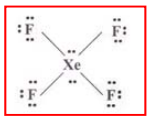
PH_3  .....

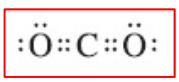
สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ SF_6 เหตุผล โมเลกุลไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

5.

O_2  .....

HNO  .....

XeF_4  .....

CO_2  .....

สารประกอบที่เป็นแกะดำ คือ XeF_4 เหตุผล โมเลกุลไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

www.kroobanok.com

กิจกรรมที่ 3 จัดกลุ่มอย่างหลากหลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาสูตรสารประกอบโควาเลนต์ที่กำหนดให้ แล้วจัดกลุ่มสารประกอบตามที่กำหนด

SiO_2 $BeCl_2$ SO_2 CO_2 CCl_4 PCl_5 BF_3

O_3 Cl_2 N_2 NO NH_3 NH_4^+

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือ

CCl_4 SiO_2 O_2 $BeCl_2$ BF_3 PCl_5 Cl_2 N_2

2. โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต คือ

$BeCl_2$ BF_3 PCl_5 NO

3. โมเลกุลที่เป็นชนิดพันธะคู่ คือ

CO_2 SiO_2 SO_2 NO

4. โมเลกุลที่เป็นโมเลกุลของธาตุ คือ

Cl_2 N_2 O_2 O_3

5. โมเลกุลที่มีพันธะโคออดิเนตโควาเลนต์ คือ

NH_4^+ SO_2 O_3

www.kroobannok.com

แบบทดสอบหลังเรียน

เรื่อง การเกิดพันธะและชนิดของพันธะโควาเลนต์

****

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (✕) ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับอักษร ก ข ค และ ง ของตัวเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ธาตุคู่ใดที่รวมกันเป็นสารประกอบโควาเลนต์ได้
   ก. Mg กับ Cl
   ข. Ca กับ Cl
   ค. Na กับ F
   ง. N กับ Cl
2. โมเลกุลในข้อใดเป็นไปตามกฎออกเตต
   ก. SF_6
   ข. CO_2
   ค. ClO_2
   ง. $BeCl_2$
3. โมเลกุลในข้อใดมีพันธะคู่
   ก. N_2
   ข. O_2
   ค. H_2
   ง. Cl_2
4. นิวเคลียสของไฮโดรเจนทั้งสองอะตอมเข้ามาใกล้กันระยะหนึ่ง แต่ไม่เกิดการสร้างพันธะเคมีเป็นเพราะเหตุใด
   ก. ประจุของอะตอมทั้งสองเหมือนกัน
   ข. ระยะทางระหว่างอะตอมใกล้เกินไป จึงเกิดแรงดูดมากกว่าแรงผลัก
   ค. ระยะทางระหว่างอะตอมใกล้เกินไป จึงเกิดแรงผลักมากกว่าแรงดูด
   ง. ถูกทุกข้อ

www.kroobannok.com

5. สารประกอบในข้อใดมีจำนวนพันธะสูงที่สุด
   ก. CH_4
   ข. H_2O
   ค. PCl_3
   ง. PCl_5
6. โมเลกุลในข้อใดที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
   ก. H_2O
   ข. NH_3
   ค. CCl_4
   ง. NOCl
7. สารประกอบในข้อใดมีพันธะสามในโมเลกุลทุกชนิด
   ก. O_3 O_2
   ข. O_2 NH_3
   ค. HCN C_2H_2
   ง. HCN C_2H_4
8. ข้อใดที่เป็นสารประกอบที่มีพันธะโคออดิเนตโควาเลนต์
   ก. O_3
   ข. BF_3
   ค. HBr
   ง. HNO_2
9. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. พันธะสามเกิดจากอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 3 คู่
   ข. ในโมเลกุล SO_2 มีพันธะโคออดิเดตโควาเลนต์
   ค. สารประกอบโควาเลนต์เกิดจากธาตุโลหะกับธาตุอโลหะ
   ง. สารประกอบโควาเลนต์ทุกชนิดต้องมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
10. อะตอมคู่ร่วมพันธะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่จะเกิดพันธะชนิดใด
    ก. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะเดี่ยว
    ข. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะคู่
    ค. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะสาม

www.kroobannok.com

ง. พันธะโควาเลนต์ชนิดพันธะโคออดิเนตโควาเลนต์

กระดาษคำตอบ

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

www.kroobanmok.com

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

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

บันทึกคะแนนรวม

กิจกรรมที่ 1	คะแนนเต็ม	5	คะแนน	ได้	คะแนน
กิจกรรมที่ 2	คะแนนเต็ม	5	คะแนน	ได้	คะแนน
กิจกรรมที่ 3	คะแนนเต็ม	5	คะแนน	ได้	คะแนน
ทดสอบหลังเรียน	คะแนนเต็ม	10	คะแนน	ได้	คะแนน

www.kroobannok.com

บรรณานุกรม

นิพนธ์ กชทองรัศมี. **คู่มือประกอบการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 เคมี ม. 4 เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองสาส์น การพิมพ์, 2547.

ฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์ดอกหญ้าวิชาการ. **แบบฝึกเสริมทักษะ กลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ดอกหญ้าวิชาการ, 2548.

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ , ลัดดา ผลวัฒนะ , ประดับ นาคแก้ว , ดาวัลย์ เสริมบุญสุข. **หนังสือเรียนเสริมมาตรฐานแม็ค สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม พันธะเคมี ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6**. กรุงเทพฯ : แม็ค, 2546.

ศรีลักษณ์ ผลวัฒนะ , ประดับ นาคแก้ว. **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. กรุงเทพฯ : แม็ค, 2553.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2553.

_____. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2553.

สุทัศน์ ไตรสถิตวร. **เคมี ม. 4 เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกสซีฟ จำกัด, 2553.

สุทัศน์ ไตรสถิตวร และสมศักดิ์ วรมงคลชัย . **เคมี ม. 4 – 6 ฉบับทบทวนก่อนสอบ เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โปรเกสซีฟ จำกัด, 2553.

สุวิทย์ มูลคำ. **กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, 2549.

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ. **การพัฒนาผลงานทางวิชาการ สู่การเลื่อนวิทยฐานะ**. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, 2550.

www.kroobannok.com