

สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้
และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

อธิบายการเกิดพันธะของคาร์บอน เขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ ทดลองและอธิบายการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ของการเกิดไอโซเมอร์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

❁ ด้านความรู้ (K : Knowledge)

1. อธิบายความแตกต่างระหว่างสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ได้
2. เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส แบบย่อ แบบผสม แบบใช้เส้นและมุมของสารประกอบของคาร์บอนชนิดต่างๆ ได้
3. อธิบายการเกิดพันธะของคาร์บอนได้
4. อธิบายการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ แบบต่างๆ ได้
5. อธิบายเกิดไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์ได้

❁ ด้านทักษะกระบวนการ (P : Process)

4. สืบค้นข้อมูลเรื่องราวของสารประกอบของคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ สูตรโครงสร้างต่าง ๆ ได้
5. การทำงานแบบกลุ่ม
6. การปฏิบัติการทดลอง วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปผลการทดลอง พร้อมนำเสนอข้อสรุปต่างๆ เกี่ยวกับพันธะของคาร์บอนได้
2. เขียนสูตรโครงสร้างแบบต่าง ๆ ได้แก่ ลิวิส แบบย่อ แบบผสม แบบเส้นและมุมของ สารประกอบ อินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้
4. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้
5. ทำการทดลองและอธิบายเกี่ยวกับการจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์ได้

❁ ด้านคุณลักษณะ (A : Attribute)

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน 8 ประการ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

เมื่อศึกษาวัตถุประสงค์เข้าใจ
แล้วเรามาเริ่มกันเลยคะ



แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ เคมีอินทรีย์ (Organic chemistry)

เรื่อง พันธะของคาร์บอน

คำชี้แจง :

1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยมีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 15 นาที
2. ให้นักเรียนหาเครื่องหมาย ✕ ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ของกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือสารใด

- ก. สารที่ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจน
- ข. สารที่ประกอบด้วยออกซิเจนและคาร์บอน
- ค. สารที่ประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอน
- ง. สารที่ประกอบด้วยน้ำและไฮโดรเจน

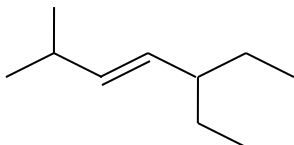
2. สาร A, B, C และ D มีสมบัติดังนี้

สาร	จุดหลอมเหลว(°C)	การเปลี่ยนแปลงเมื่อนำไปเผา
A	81	ติดไฟได้เปลวไฟสีส้มและมีเขม่า
B	873	แยกสลายให้แก๊สที่ทำให้น้ำปูนใสขุ่น
C	112	หลอมเหลวบางส่วนติดไฟมีของแข็งสีดำติดที่ก้นภาชนะ
D	-116	ติดไฟได้เปลวไฟสว่าง

สารใดจัดเป็นสารอินทรีย์

- ก. A และ B
- ข. A และ C
- ค. A, B และ D
- ง. B, C และ D

3. สารที่มีสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมเป็นดังนี้



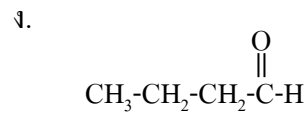
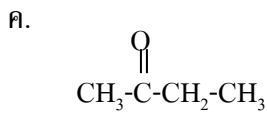
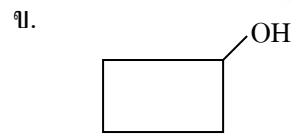
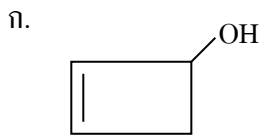
สูตรโมเลกุลในข้อใดเขียนได้ถูกต้อง

- ก. C_9H_{16}
- ข. C_9H_{18}
- ค. $C_{10}H_{20}$
- ง. $C_{11}H_{22}$

ตั้งใจทำข้อสอบ

นะคะ

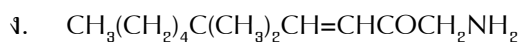
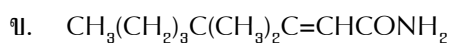
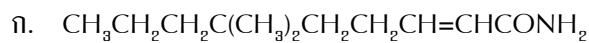
4. สารใดไม่เป็นไอโซเมอร์กับ $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$



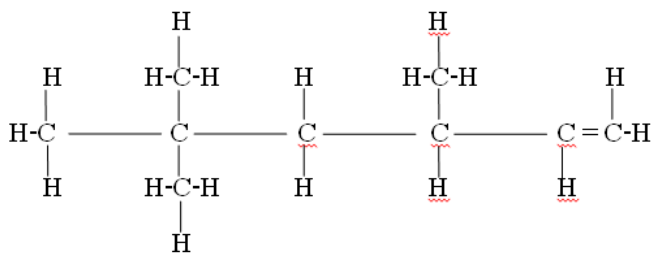
5. การเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อของสารที่มีสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม ดังรูป



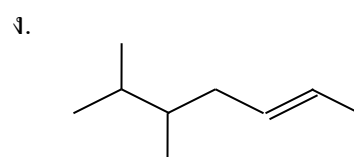
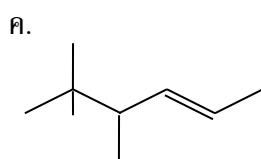
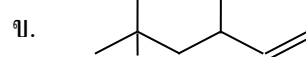
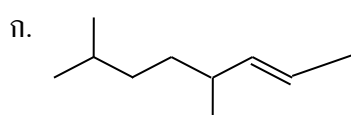
ข้อใดถูกต้อง



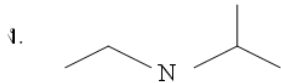
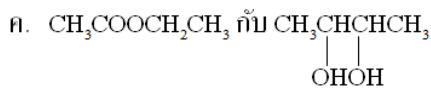
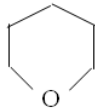
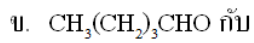
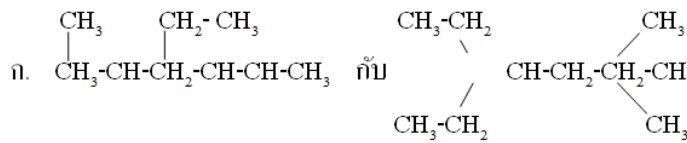
6. สารที่มีสูตรโครงสร้างลิวอิสดังนี้



สูตรแบบเส้นและมุมข้อใดถูกต้อง

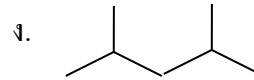
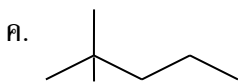
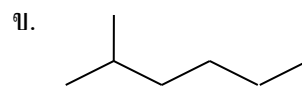
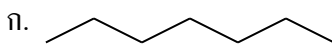


7. สารใดเป็นไอโซเมอร์กัน

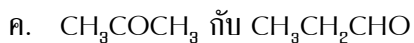


ทำเสร็จแล้วย่าพี่
ตรวจนะคะรอตรวจ
พร้อมกับ
แบบทดสอบหลัง
เรียนคะ

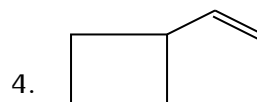
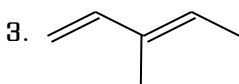
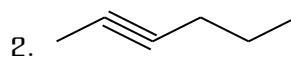
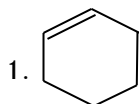
8. สารที่มีสูตรโมเลกุล C_7H_{16} ไอโซเมอร์ใดมีจุดเดือดสูงที่สุด



9. สารอินทรีย์ข้อใดเป็นสารประเภทเดียวกัน



10. สารใดมีสูตรโมเลกุลเป็น C_6H_{10}



ก. 1 และ 2

ข. 2 และ 3

ค. 2 3 และ 4

ง. 1 2 3 และ 4

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน



ชื่อ..... สกุล

ชั้น เลขที่.....

วันที่..... เดือน พ.ศ.

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



คะแนนที่ได้

.....



ต่อไปไปศึกษาบัตร

เนื้อหาที่ 1 กันคะ

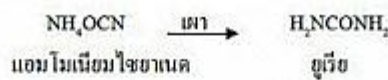
มนชนิต แวงธิสสร



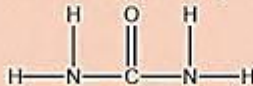
10

บัตรเนื้อหาที่ 1 เรื่อง พันธะของคาร์บอน

เคมีอินทรีย์ (organic chemistry) ในสมัยก่อน หมายถึง การศึกษาสารประกอบที่ได้จากธรรมชาติและสิ่งมีชีวิต เช่น ควินินที่ใช้รักษาไข้มาลาเรีย สกัดได้จากเปลือกของต้นจีนโคนา ถ่านหินและสารประกอบปิโตรเลียมต่างๆ ได้จากฟอสซิล ซึ่งเกิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิต จนกระทั่งในปี ค.ศ.1828 ได้มีนักเคมีชาวเยอรมัน ชื่อ Friedrich Wöhler ได้ค้นพบวิธีเตรียมยูเรีย (urea) ขึ้นในห้องปฏิบัติการ ซึ่งยูเรียนี้เป็นสารประกอบที่พบในปัสสาวะ แต่เขาได้สังเคราะห์ขึ้นจากเกลืออนินทรีย์ คือ แอมโมเนียมไซยาเนตดังสมการ



ยูเรียเป็นสารที่พบในปัสสาวะของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีสูตรโครงสร้างดังนี้



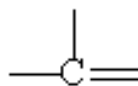
ต่อมาได้มีผู้สังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ขึ้นมากมาย ความหมายของคำว่า เคมีอินทรีย์ก็ค่อยๆ เปลี่ยนไป ปัจจุบันคำว่า เคมีอินทรีย์ หมายถึง การศึกษาทางเคมีของสารประกอบที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เรียก **สารประกอบอินทรีย์ (organic compounds)** ซึ่งสารประกอบอินทรีย์ที่ถูกค้นพบจากธรรมชาติ และจากการสังเคราะห์ขึ้นในห้องปฏิบัติการจนถึงปัจจุบันมีมากมายและนำมาใช้ประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น ผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมและเชื้อเพลิง โยสังเคราะห์ต่างๆ สารเคมีทางการเกษตร ยารักษาโรค สารทำความสะอาด สารเติมแต่งในอาหารและสารถนอมอาหาร ผงซักฟอก สี วัตถุระเบิดต่างๆ เป็นต้น

พันธะของคาร์บอน

การจัดอิเล็กตรอนของคาร์บอน (C) มีการจัดอิเล็กตรอนเป็น $1s^2 2s^2 2p^2$ คาร์บอนเป็นธาตุหมู่ IVA มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 จึงสามารถใช้อิเล็กตรอนร่วมกับอะตอมอื่นอีก 4 อิเล็กตรอน เกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์ได้ 4 พันธะ และมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต การเกิดพันธะของคาร์บอนสามารถเกิดได้ 3 แบบดังนี้



พันธะเดี่ยว 4 พันธะ



พันธะคู่ 1 พันธะ + พันธะเดี่ยว 2 พันธะ



พันธะสาม 1 พันธะ + พันธะเดี่ยว 1 พันธะ

การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

สูตรโครงสร้าง (Structural formula) คือ สูตรที่นอกจากจะแสดงจำนวนอะตอม ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารแล้ว ยังแสดงลักษณะการจัดเรียงอะตอมของธาตุต่างๆ ในโมเลกุล ซึ่งทำให้ทราบว่าธาตุใดบ้างอยู่ละก็อะตอม แต่ละอะตอมยึดเหนี่ยวกับอะตอมอื่นๆ อย่างไรสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์เป็นสูตรที่แสดงการจัดเรียงอะตอมของธาตุต่างๆ ในโมเลกุลของสารนั้น ซึ่งสามารถเขียนได้โดยใช้สูตรโครงสร้างของลิวอิส

สูตรโครงสร้างในสารประกอบอินทรีย์ แบ่งออกได้ดังนี้

1. สูตรโครงสร้างแบบจุด เป็นสูตรโครงสร้างที่ใช้จุดแทนอิเล็กตรอนวงนอกสุดของอะตอม ที่เกิดพันธะ โดยให้อิเล็กตรอนครบตามกฎออกเตต ยกเว้นบางธาตุซึ่งมีการยกเว้นได้

2. สูตรโครงสร้างแบบเส้น (Extended structural formula) เป็นสูตรโครงสร้างที่ใช้เส้นและจุดแทนอิเล็กตรอนวงนอกสุดของอะตอมที่เกิดพันธะ ซึ่งเส้น 1 เส้นจะแทนอิเล็กตรอน 2 ตัว หรือ 1 คู่ การเขียนสูตรโครงสร้างในลักษณะนี้จะแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวด้วยหรือไม่ก็ได้ วิธีนี้เป็นการเขียนสูตรที่แสดงรายละเอียดชนิดของพันธะและตำแหน่งที่อยู่ในโมเลกุลทั้งหมด เหมาะสำหรับโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก หรือโมเลกุลที่ไม่ซับซ้อนมากนัก ตัวอย่างสูตรโครงสร้างแบบจุดและแบบเส้น

ชื่อสาร	สูตรโมเลกุล	โครงสร้างลิวอิส
โพรพานอน	C_3H_6O	$\begin{array}{c} \text{H} & \cdot\ddot{\text{O}}\cdot & \text{H} \\ & & \\ \text{H}:\ddot{\text{C}}: & \ddot{\text{C}}: & \ddot{\text{C}}:\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ หรือ $\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}- & \text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$
คลอโรมีเทน	CH_3Cl	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}:\ddot{\text{C}}:\ddot{\text{Cl}}: \\ \\ \text{H} \end{array}$ หรือ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{H} \end{array}$
เมทานามีน	CH_5N	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}:\ddot{\text{C}}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ หรือ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
มีเทนไทออล	CH_4S	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}:\ddot{\text{C}}:\ddot{\text{S}}:\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ หรือ $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{S}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
เมทิลเอทานอยด์	$C_3H_6\text{O}_2$	$\begin{array}{c} \text{H} & \cdot\ddot{\text{O}}\cdot & \text{H} \\ & & \\ \text{H}:\ddot{\text{C}}: & \ddot{\text{C}}: & \ddot{\text{O}}:\ddot{\text{C}}:\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ หรือ $\begin{array}{c} \text{H} & \text{O} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}- & \text{O}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$

ภาพที่ 1 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างแบบจุดและแบบเส้น

ที่มา : หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม 5 สสวท. (หน้า 3)

3. สูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม (Bond line convention)

เป็นการเขียนโดยใช้เส้นแสดงโครงสร้างซึ่งสอดคล้องกับรูปร่างโมเลกุล จุดตัดของเส้นและปลายเส้นจะแทนตำแหน่งของคาร์บอน และถ้ามีหมู่ฟังก์ชันส่วนปลายเส้นจะต่อด้วยหมู่ฟังก์ชัน

สูตรโครงสร้างแบบเส้น	Bond line convention
$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	
$\begin{array}{ccccccc} & & & \text{H} & & & \\ & & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{C}-\text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	

สูตรโครงสร้างแบบเส้น	Bond line convention
$\begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & & & \end{array}$	
$\begin{array}{ccc} \text{H} & \text{H} & \\ & & \\ \text{H} & \text{C} & \text{H} \\ & / \quad \backslash & \\ \text{H} & \text{C} & \text{C} \\ & \backslash \quad / & \\ \text{H} & \text{C} & \text{H} \end{array}$	

ภาพที่ 2 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม

ที่มา : Organic chemistry (<http://chemistry-kruoum.blogspot.com/p/11.html>)

4. สูตรโครงสร้างลิวอิสสมแบบย่อ (Partially extended structural formula)

เป็นสูตรที่ใช้แสดงหมู่ฟังก์ชัน (หมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะ เช่น -OH, -COOH, -NH₂, -CHO, -CONH₂) หรือโครงสร้างให้เด่นชัด โดยเขียนพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมหรือระหว่างคาร์บอนอะตอมกับหมู่ฟังก์ชัน ส่วนไฮโดรเจนเขียนรวมไว้ทางขวาของคาร์บอนหรือธาตุอื่น

$\begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	=	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
$\begin{array}{ccccccc} & & \text{H} & & & & \\ & & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{C}-\text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & \end{array}$	=	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$
แบบเส้น		แบบลิวอิสสมแบบย่อ

ภาพที่ 3 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างแบบย่อ

ที่มา : Organic chemistry (<http://chemistry-kruoum.blogspot.com/p/11.html>)

5. สูตรโครงสร้างแบบย่อ (Condense structural formula)

สามารถย่อพันธะเดี่ยวได้ทั้งหมดหรือย่อบางส่วน โดยพันธะคู่และพันธะสามจะยังคงไว้ โครงสร้างแบบย่อมักใช้เพื่อการเขียนด้วยโครงสร้างแบบลิวอิส เพราะใช้เนื้อที่น้อย เขียนได้สะดวกและรวดเร็ว แต่อาจพิจารณาโครงสร้างของโมเลกุลได้ยากและสับสน

หลักการเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่อ

1. ต้องทราบสูตรโมเลกุลที่ให้นั้น ว่าเป็นสารอินทรีย์ชนิดใด มีหมู่ฟังก์ชันอย่างไร และต้องทราบพันธะของธาตุต่างๆในสารอินทรีย์
2. ให้เขียนหมู่ฟังก์ชันก่อน และ เขียนอะตอมของธาตุ คาร์บอน ถ้ามีธาตุ อื่นก็ให้เขียนต่อ จากนั้นจึงเขียนอะตอมของธาตุไฮโดรเจน เป็นลา ดับสุดท้ายโดยรวมเข้ากับคาร์บอนอะตอมแต่ละอะตอม

สาร	สูตร โครงสร้างแบบเส้น	สูตร โครงสร้างอย่างย่อ
บิวเทน		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ หรือ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$
ไอโซเฮกเซน (2-เมทิลเพนเทน)		$\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ หรือ $\text{CH}_3\text{CH(CH}_3\text{)CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ หรือ $\text{CH(CH}_3\text{)}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$

ภาพที่ 4 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างแบบย่อ

ที่มา : Organic chemistry (<http://chemistry-kruoum.blogspot.com/p/11.html>)

ไอโซเมอร์ซิม (Isomerism)

คือ ปรากฏการณ์ที่สารมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีโครงสร้างต่างกัน สมบัติอาจคล้ายหรือต่างกันได้ ลักษณะสำคัญของไอโซเมอร์ซิม

1. สารอินทรีย์ที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมากเกิดไอโซเมอร์ได้ ดังนั้นสารอินทรีย์จึงเป็นสารที่มีมากที่สุดในโลก
2. สารอินทรีย์ที่เป็นไอโซเมอร์กัน ไอโซเมอร์ต่างชนิดกัน จะมีสมบัติบางประการต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว ความหนาแน่น
3. ไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์ใดที่มีคาร์บอนต่อกันเป็นสายยาวจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงกว่า ไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนต่อกันมีกิ่งก้านสาขา เพราะไอโซเมอร์ที่คาร์บอนต่อกันเป็นสายยาวจะมีขนาดใหญ่และมีพื้นที่ผิวมากกว่า ทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล คือแรงลอนดอนสูงกว่า ไอโซเมอร์ที่คาร์บอนต่อกันมีกิ่งก้านสาขาทำให้เกิดแรงลอนดอนต่ำกว่า เป็นผลทำให้ไอโซเมอร์เหล่านี้ มีความหนาแน่นน้อยกว่า

4. สารที่เป็นไอโซเมอร์ ถ้ามีหมู่ฟังก์ชันเหมือนกัน เป็นสารประเภทเดียวกัน ไอโซเมอร์เหล่านี้ จะมีสมบัติทางกายภาพต่างกันเท่านั้น เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว และความหนาแน่นแต่สมบัติทางเคมีเหมือนกัน แต่ถ้าไอโซเมอร์ที่เกิดขึ้นมีหมู่ฟังก์ชันต่างกันด้วย นอกจากไอโซเมอร์เหล่านั้นจะมีสมบัติทางกายภาพต่างกัน จะมีสมบัติทางเคมีต่างกันอีกด้วย

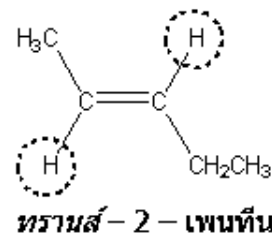
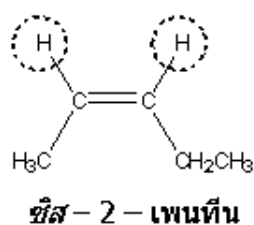
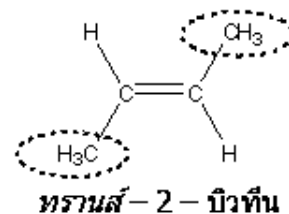
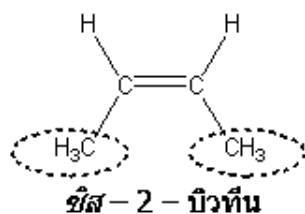
ไอโซเมอร์แบบซิส (cis-) หมายถึง อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดอยู่ด้านเดียวกัน

ไอโซเมอร์แบบทรานส์ (trans-) หมายถึง อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่เหมือนกันจัดอยู่ในตำแหน่งตรง

ข้ามกันในโครงสร้าง

การเรียกชื่อแอลคีนที่มีไอโซเมอร์แบบซิสหรือแบบทรานส์ จึงใช้ คำว่า ซิส- หรือ ทรานส์- นำหน้าชื่อของแอลคีน และเขียนด้วยตัวเอน

ตัวอย่างไอโซเมอร์แบบซิสและทรานส์

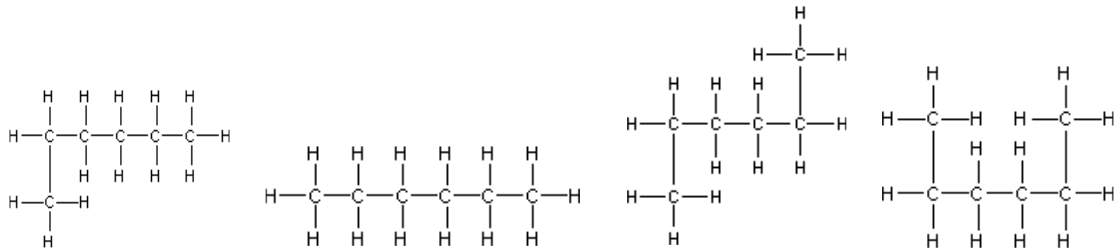


หลักการเขียนไอโซเมอร์

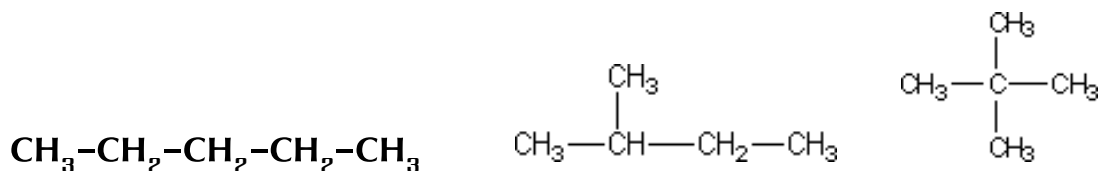
1. พิจารณาจากสูตรโมเลกุลก่อนว่าเป็นสารประเภทใด
2. เมื่อทราบว่าเป็นสารประเภทใดแล้วจึงนำมาเขียนไอโซเมอร์
3. ถ้าเป็นสารพวงโซ่เปิด (Open chain หรือ Acyclic) มักจะเริ่มเขียนไอโซเมอร์จากตัวที่มี C ต่อกันเป็นสายตรงยาวที่สุดก่อน หลังจากนั้นจึงลดความยาวของ C สายตรงลงครั้งละอะตอม
4. ในกรณีที่เป็นไฮโดรคาร์บอนแบบวง (Cyclic chain) มักจะเริ่มจากวงที่เล็กก่อน คือเริ่มจาก C 3 อะตอม แล้วจึงเพิ่มเป็น 4 อะตอม ตามลำดับ

การพิจารณาว่าสารคู่หนึ่งเป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่

1. ถ้าประกอบด้วยธาตุต่างชนิดกัน จะไม่เป็นไอโซเมอร์กัน
2. ถ้าประกอบด้วยธาตุชนิดเดียวกัน และจำนวนอะตอมเท่ากัน จะต้องพิจารณาขั้นต่อไป
 - ก) ถ้าสูตรโครงสร้างเหมือนกัน จะเป็นสารชนิดเดียวกัน ไม่เป็นไอโซเมอร์กัน เช่น



ข) ถ้าสูตรโครงสร้างต่างกัน จะเป็นไอโซเมอร์กัน เช่น สารที่มีสูตรโมเลกุลเป็น C_5H_{12} มี 3 ไอโซเมอร์ ดังนี้



สารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนอะตอมประมาณ 3 - 4 อะตอมขึ้นไปสามารถเกิดไอโซเมอร์ที่มีโครงสร้าง แบบต่างๆ กัน และถ้าคาร์บอนอะตอมมากขึ้น ก็จะมีจำนวนไอโซเมอร์เพิ่มขึ้น แต่จะมีมีจำนวนเท่าไร ไม่มีสูตรที่จะใช้ในการคำนวณที่แน่นอน และจะทราบจำนวนไอโซเมอร์ของสารอินทรีย์ได้ต้องเขียนและพิจารณาเอง การเขียนไอโซเมอร์ต้องเริ่มจากไอโซเมอร์ที่มีคาร์บอนต่อกันเป็นสายยาวที่สุดก่อน แล้วจึงลดจำนวนคาร์บอนอะตอมทีละอะตอมลงในสายยาวของคาร์บอนที่ต่อกัน โดยนำมาต่อเป็นสาขาที่ตำแหน่งต่างๆ ขณะเดียวกันต้องระวังพิจารณาว่ารูปร่างโครงสร้างที่เขียน ซ้ำหรือไม่ การเขียนก็ให้เขียนเฉพาะ คาร์บอนอะตอมก่อนแล้วจึงเติมไฮโดรเจนทีหลัง

เมื่อนักเรียนศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 1 เข้าใจดี
แล้ว ต่อไปเราไปทำกิจกรรมในบัตรกิจกรรม
ที่ 1, 2 และ 3 กันเลย

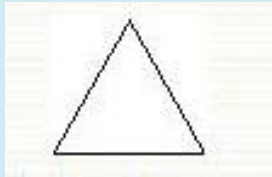
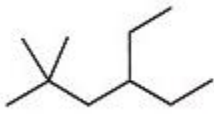


บัตรกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

ชื่อ..... สกุล ชั้น เลขที่.....

คำชี้แจง : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (12 คะแนน)

ข้อที่	สูตรโครงสร้างลิวอิส	สูตรแบบย่อ	สูตรแบบเส้นและมุม
1	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $		
2	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $		
3		$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	
4		$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	
5			
6			

บัตรกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

จุดมุ่งหมายการทดลอง : เพื่อศึกษาการเกิดสารประกอบไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์โดยใช้ C_5H_{12} เป็นตัวอย่าง

จุดประสงค์การทดลอง

1. ต้อแบบจำลองแสดงโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์แบบต่างๆ ตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่กำหนดได้
2. เขียนโครงสร้างลิวอิสของแต่ละไอโซเมอร์ได้
3. อธิบายการเกิดไอโซเมอร์และผลของการเกิดไอโซเมอร์

อุปกรณ์

- | | |
|--|--------------|
| 1. แบบจำลองลูกกลมพลาสติกสีดำเจาะ 4 รู แทนอะตอมของคาร์บอน | จำนวน 5 ลูก |
| 2. แบบจำลองลูกกลมพลาสติกสีดำเจาะ 1 รู แทนอะตอมของคาร์บอน | จำนวน 12 ลูก |
| 3. ก้านพลาสติก | จำนวน 16 อัน |

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการทดลองต่อไปนี้ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง อภิปรายผล สรุปผลให้สมบูรณ์

ขั้นตอนการทดลอง

1. ใช้แบบจำลองอะตอมที่เป็นลูกกลมพลาสติกสีดำให้สีดำแทนอะตอมของคาร์บอน สีขาวแทนอะตอมของไฮโดรเจน และใช้ก้านไม้หรือก้านพลาสติกแทนพันธะ
2. นำลูกกลมสีดำจำนวน 5 ลูกมาต่อกันด้วยก้านพลาสติกให้เป็นสายยาว แล้วต่อลูกกลมสีขาว เข้ากับอะตอมของคาร์บอนให้ครบทุกพันธะบันทึกผลโดยเขียนเป็นโครงสร้างลิวอิส
3. เปลี่ยนโครงสร้างโมเลกุลจากข้อ 2 ให้เป็นแบบโซ่กิ่ง โดยใช้ลูกกลมและก้าน พลาสติกเท่าเดิมบันทึกผลโดยเขียนโครงสร้างลิวอิส

บัตรกิจกรรมที่ 3 เรื่องไอโซเมอร์ (Isomer)

ชื่อ..... สกุล ชั้น เลขที่.....

คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. วิเคราะห์สารต่อไปนี้ว่าเป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่ พร้อมทั้งแสดงเหตุผล (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อที่	สูตรโครงสร้าง	คำตอบ
1.1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \text{กับ} \quad \begin{array}{c} \text{HN}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$
1.2	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \quad \text{กับ} \quad \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$
1.3	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \text{กับ} \quad \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

2. สารที่มีสูตรโมเลกุล $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ มีสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้ จำนวนกี่ไอโซเมอร์ จงแสดงโดยเขียนสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมด (2 คะแนน)

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



แบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ เคมีอินทรีย์ (Organic chemistry)

เรื่อง พันธะของคาร์บอน

คำชี้แจง :

1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยมีทั้งหมด 10 ข้อ 10 คะแนน เวลา 15 นาที
2. ให้นักเรียนหาเครื่องหมาย \times ลงในช่อง ก ข ค หรือ ง ของกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

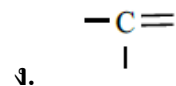
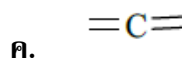
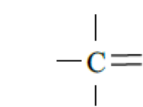
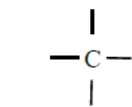
1. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับ “สารประกอบอินทรีย์” ได้ถูกต้อง

- ก. สารประกอบของคาร์บอนที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น
- ข. สารประกอบของคาร์บอนที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตและการสังเคราะห์
- ค. สารที่มีเฉพาะธาตุคาร์บอนและธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบเท่านั้น
- ง. ถูกทุกข้อ

2. การเกิดพันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนกับคาร์บอนเกิดได้กี่ชนิด

- ก. 1 ชนิด
- ข. 2 ชนิด
- ค. 3 ชนิด
- ง. 4 ชนิด

3. ข้อใดแสดงการเกิดพันธะของคาร์บอนไม่ถูกต้อง



4. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. คาร์บอนเป็นธาตุหมู่ที่ 4 จึงมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4
- ข. การสร้างพันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนกับคาร์บอนเป็นพันธะโคเวเลนต์
- ค. อะตอมของคาร์บอนสามารถสร้างพันธะต่อกันด้วยพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสาม
- ง. นอกจากธาตุไฮโดรเจนแล้วคาร์บอนไม่สามารถสร้างพันธะกับธาตุอื่นได้อีกเลย

5. สารไอโซเมอร์ซิม หมายถึงสารในข้อใด

- ก. สารที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเท่ากัน
- ข. สารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน
- ค. สารที่เกิดเป็นโมเลกุลใหญ่รวมตัวของโมเลกุลเล็ก
- ง. สารโมเลกุลใหญ่แตกตัวเป็นโมเลกุลเล็ก



6. สารประกอบต่อไปนี้เป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่

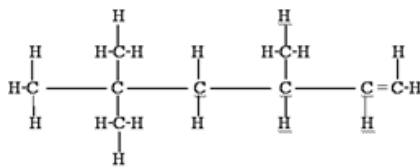


- ก. เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะมีสูตรเหมือนกันแต่โครงสร้างต่างกัน
- ข. เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะมีสูตรเหมือนกันโครงสร้างเหมือนกัน
- ค. ไม่เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะเป็นสารชนิดเดียวกัน
- ง. ไม่เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะเป็นสารต่างชนิดกัน

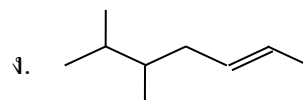
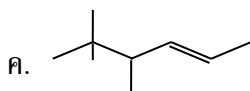
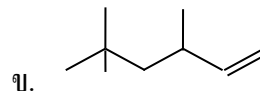
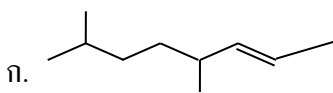
7. สารอินทรีย์ข้อใดเป็นสารประเภทเดียวกัน

- ก. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ กับ CH_3CHO
- ข. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ กับ $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
- ค. CH_3COCH_3 กับ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
- ง. $\text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{CH}_3$ กับ CH_3NHCH_3

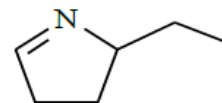
8. สารที่มีสูตรโครงสร้างลิวอิสดังนี้



สูตรแบบเส้นและมุมข้อใดถูกต้อง



9. ข้อใดเป็นสูตรโมเลกุลของสารที่มีสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุมเป็น



- ก. $\text{C}_5\text{H}_9\text{N}$
- ข. $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{N}$
- ค. $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{N}$
- ง. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}$

10. สารชนิดหนึ่งมีสูตรโครงสร้างแบบเส้นและมุม ดังนี้



เขียนสูตรโครงสร้าง แบบ

ผสมได้แบบใด

- ก. $\text{HC}\equiv\text{CH}-\text{CH}_3$
- ข. $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- ค. $\text{HC}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- ง. $\text{HC}=\text{C}=\text{CH}_2-\text{CH}_3$

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน



ชื่อ..... สกุล

ชั้น เลขที่.....

วันที่..... เดือน พ.ศ.

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

อย่าลืมตรวจ
แบบทดสอบก่อนเรียน
ด้วยนะคะ



คะแนนที่ได้

.....



เฉลย



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ เคมีอินทรีย์ (Organic chemistry)

เรื่อง พันธะของคาร์บอน

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

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ เคมีอินทรีย์ (Organic chemistry)

เรื่อง พันธะของคาร์บอน



ข้อที่	คำตอบ
1	ป
2	ง
3	ป
4	ง
5	ป
6	ค
7	ง
8	ป
9	ค
10	ป



กิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเขียนสูตรโครงสร้าง

ชื่อ..... สกุล ชั้น เลขที่.....

คำชี้แจง : จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อที่	สูตรโครงสร้างลิวอิส	สูตรแบบย่อ	สูตรแบบเส้นและมุม
1	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	$\text{CH}\equiv\text{CCH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	
2	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$	
3	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	
4	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	
5	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{H}_2 \\ \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \end{array} $	
6	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$	

บทปริกักรรรมที่ 3 เรื่อง ไอโซเมอร์ (Isomer)

ชื่อ..... สกฤต ชั้น เลขที่.....

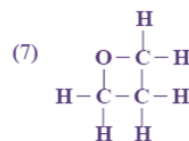
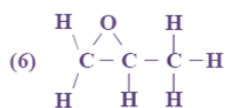
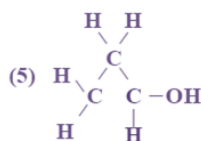
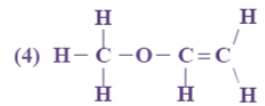
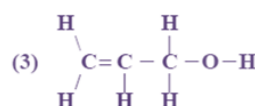
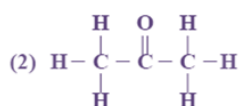
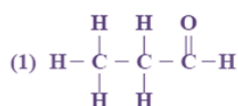
คำชี้แจง : จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. วิเคราะห์สารต่อไปนี้ว่าเป็นไอโซเมอร์กันหรือไม่ พร้อมทั้งแสดงเหตุผล (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อที่	สูตรโครงสร้าง	คำตอบ
1.1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \text{กับ} \quad \begin{array}{c} \text{HN}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$	ไม่เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะสูตรโมเลกุลต่างกัน ($\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ กับ $\text{C}_4\text{H}_9\text{N}$)
1.2	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \quad \text{กับ} \quad \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array}$	เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะ สูตรโมเลกุลเหมือนกัน คือ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ แต่สูตรโครงสร้างต่างกัน
1.3	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \text{กับ} \quad \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	ไม่เป็นไอโซเมอร์กัน เพราะ สูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้างเหมือนกัน จึงเป็นสารชนิดเดียวกัน

2. สารที่มีสูตรโมเลกุล $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ มีสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้ จำนวนกี่ไอโซเมอร์ จงแสดงโดยเขียนสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมด

ตอบ มี 7 ไอโซเมอร์ ดังนี้



บรรณานุกรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2558).คู่มือครูเคมีเพิ่มเติม เล่ม 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ ฯ : ครูสภาลาดพร้าว.

ศรีลักษณ์ พลวัฒน์ และประดับ นาคแก้ว.(2555). หนังสือเรียนรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.

Organic chemistry. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://chemistry-kruoum.blogspot.com/p/11.html>.

สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2560

คลังความรู้. (2555). ไอโซเมอร์ซีม. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.Scimathorg/>

socialnetwork/groups/

viewbulletin-การเขียนไอโซเมอร์?groupid=215 สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2560

บุญรอด วงษ์วาท.(2558).ความหมายเคมีอินทรีย์ (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.promma.ac.th/main/chemistry/boonrawd_site/organic_compound01.htm.

สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2560

พูนศักดิ์ สักกทัตติยกุล.(2552). เคมีอินทรีย์เบื้องต้น (ออนไลน์).แหล่งที่มา: <http://cstproject.exteen.com/20100926/entry>.

สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2560



ภาคผนวก



แบบเก็บคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 พันธะของคาร์บอน

หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบก่อนเรียน (10 คะแนน)	เลข ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบก่อนเรียน (10 คะแนน)
1			21		
2			22		
3			23		
4			24		
5			25		
6			26		
7			27		
8			28		
9			29		
10			30		
11			31		
12			32		
13			33		
14			34		
15			35		
16			36		
17			37		
18			38		
19			39		
20			40		

คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียน =คะแนน

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวมนชนัด แวงอิสาร)

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

มนชนัด แวงอิสาร

31



แบบเก็บคะแนนบัตรกิจกรรมที่ 1

เรื่องการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 พันธะของคาร์บอน

หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบ บัตรกิจกรรมที่ 1 (6 คะแนน)	เลข ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบ บัตรกิจกรรมที่ 1 (6 คะแนน)
1			21		
2			22		
3			23		
4			24		
5			25		
6			26		
7			27		
8			28		
9			29		
10			30		
11			31		
12			32		
13			33		
14			34		
15			35		
16			36		
17			37		
18			38		
19			39		
20			40		

คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียน = คะแนน

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวมนชนัด แวงอิสาร)

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

มนชนัด แวงอิสาร

32



แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง

บัตรกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การจัดเรียงอะตอมของคาร์บอนในสารประกอบอินทรีย์

[illegible]

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวমনชนัด แวงอิสาร)

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



เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
วิธีดำเนินการทดลอง <ul style="list-style-type: none"> - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการกำหนดวิธีการ ขั้นตอน และการใช้เครื่องมือ - กำหนดวิธีการและขั้นตอนไม่ถูก ต้องให้ความช่วยเหลือ - กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง การใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสม - กำหนดวิธีการขั้นตอนถูกต้อง เลือกใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองเหมาะสม 	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>
การปฏิบัติการทดลอง <ul style="list-style-type: none"> - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ - ต้องให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องถ้าให้คำแนะนำ - ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง 	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>
ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติการ <ul style="list-style-type: none"> - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้แตกหักเสียหาย - ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด เนื่องจากขาดความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์และการดำเนินการทดลอง - มีความคล่องแคล่วในการทำทดลองและการใช้อุปกรณ์ แต่ต้องชี้แนะเรื่องการใช้ อุปกรณ์อย่างปลอดภัย - มีความคล่องแคล่วในการดำเนินการทดลอง และการใช้อุปกรณ์ดำเนินการทดลองได้อย่างปลอดภัย เสร็จทันเวลา 	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>
การนำเสนอ <ul style="list-style-type: none"> - ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลและการนำเสนอ - ต้องให้คำชี้แนะในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลองและการนำเสนอจึงจะปฏิบัติได้ - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้องแต่การนำเสนอยังไม่เป็นขั้นตอน - บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม บันทึกการนำเสนอเป็นขั้นตอนชัดเจน 	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>

เกณฑ์การให้คะแนน

- ปฏิบัติการทดลองครบทุกข้อ ให้ 4 คะแนน
- ปฏิบัติการทดลอง 3 ข้อ ให้ 3 คะแนน
- ปฏิบัติการทดลอง 2 ข้อ ให้ 2 คะแนน
- ปฏิบัติการทดลอง 1 ข้อ ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- ☐ ดีมาก (3.51 – 4.00)
- ☐ ดี (2.51 – 3.50)
- ☐ พอใช้ (1.51 – 2.50)
- ☐ ควรปรับปรุง (1.00 – 1.50)

หมายเหตุ : การหารระดับคุณภาพหาได้จากการนำคะแนนรวมในแต่ละช่องมาบวกกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อจะได้คะแนนเฉลี่ย แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ตัวอย่าง นางสาวเอ ได้คะแนนรวมเท่ากับ $4 + 4 + 4 + 4 = 16$

คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ $16/4 = 4.00$ จากคะแนนเฉลี่ยเมื่อเทียบกับเกณฑ์การตัดสินคุณภาพ จะอยู่ในระดับ ดีมาก



แบบเก็บคะแนนบัตรกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ไอโซเมอร์ (Isomer)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 พันธะของคาร์บอน

หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบ บัตรกิจกรรมที่ 3 (5 คะแนน)	เลข ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบ บัตรกิจกรรมที่ 3 (5 คะแนน)
1			21		
2			22		
3			23		
4			24		
5			25		
6			26		
7			27		
8			28		
9			29		
10			30		
11			31		
12			32		
13			33		
14			34		
15			35		
16			36		
17			37		
18			38		
19			39		
20			40		

คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียน =คะแนน

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวมนชนัด แวงอิสาร)

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

มนชนัด แวงอิสาร

36



แบบเก็บคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 พันธะของคาร์บอน

หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่.....

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	เลข ที่	ชื่อ - สกุล	คะแนนสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)
1			21		
2			22		
3			23		
4			24		
5			25		
6			26		
7			27		
8			28		
9			29		
10			30		
11			31		
12			32		
13			33		
14			34		
15			35		
16			36		
17			37		
18			38		
19			39		
20			40		

คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียน = คะแนน

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวมนชนัด แวงอิสาร)

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



เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมของนักเรียน

พฤติกรรม นักเรียน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
ความ สนใจเรียน	<ul style="list-style-type: none"> - มีความกระตือรือร้น - สนใจซักถามข้อสงสัย - ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม - เข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง - ตั้งใจเรียนไม่คุยหรือเล่นกันในขณะเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความกระตือรือร้น - สนใจซักถามข้อสงสัย - ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม - เข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความกระตือรือร้น - สนใจซักถามข้อสงสัย - ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความกระตือรือร้น - สนใจซักถามข้อสงสัย 	<ul style="list-style-type: none"> - มีความกระตือรือร้น
การปฏิบัติ กิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรม - ผลงานเรียบร้อย - ถูกต้องชัดเจน - สมบูรณ์ - เสร็จทันตามเวลาที่กำหนด 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรม - ผลงานเรียบร้อย - ถูกต้องชัดเจน - สมบูรณ์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรม - ผลงานเรียบร้อย - ถูกต้องชัดเจน 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรม - ผลงานเรียบร้อย 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งใจปฏิบัติกิจกรรม
การ ซักถาม และการ ตอบ	<ul style="list-style-type: none"> - มีการถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจ - ตอบได้ตรงประเด็นถูกต้อง - มีความมั่นใจ - ตอบได้ครบถ้วน - ทำทางเหมาะสม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจ - ตอบได้ตรงประเด็น ถูกต้อง - มีความมั่นใจ - ตอบได้ครบถ้วน 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจ - ตอบได้ตรงประเด็น ถูกต้อง - มีความมั่นใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจ - ตอบได้ตรงประเด็น ถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการถามในหัวข้อที่ตนไม่เข้าใจ
การให้ ความ ร่วมมือใน กลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> - ร่วมมือและช่วยเหลือเพื่อนในการทำกิจกรรม - ความมีน้ำใจ - ความเสียสละ - กล้าแสดงความคิดเห็น - ความสามัคคี 	<ul style="list-style-type: none"> - ร่วมมือและช่วยเหลือเพื่อนในการทำกิจกรรม - ความมีน้ำใจ - ความเสียสละ - กล้าแสดงความคิดเห็น 	<ul style="list-style-type: none"> - ร่วมมือและช่วยเหลือเพื่อนในการทำกิจกรรม - ความมีน้ำใจ - ความเสียสละ 	<ul style="list-style-type: none"> - ร่วมมือและช่วยเหลือเพื่อนในการทำกิจกรรม - ความมีน้ำใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ร่วมมือและช่วยเหลือเพื่อนในการทำกิจกรรม



พฤติกรรม นักเรียน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
การแสดงความ คิดเห็น	- มีความมั่นใจ - ทำทางเหมาะสม - เนื้อหาถูกต้อง - สื่อความหมาย ชัดเจน - การยอมรับความ คิดเห็นของผู้อื่น	- มีความมั่นใจ - ทำทาง เหมาะสม - เนื้อหาถูกต้อง - สื่อความหมาย ชัดเจน	- มีความมั่นใจ - ทำทาง เหมาะสม - เนื้อหา ถูกต้อง	- มีความมั่นใจ - ทำทาง เหมาะสม	- มีความ มั่นใจ

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมการเรียนรู้ชัดเจนสมบูรณ์ครบทั้ง 5 ข้อ	ให้	5	คะแนน
พฤติกรรมการเรียนรู้ชัดเจนสมบูรณ์ครบทั้ง 4 ข้อ	ให้	4	คะแนน
พฤติกรรมการเรียนรู้ชัดเจนสมบูรณ์ครบทั้ง 3 ข้อ	ให้	3	คะแนน
พฤติกรรมการเรียนรู้ชัดเจนสมบูรณ์ครบทั้ง 2 ข้อ	ให้	2	คะแนน
พฤติกรรมการเรียนรู้ชัดเจนสมบูรณ์ครบทั้ง 1 ข้อ	ให้	1	คะแนน

ระดับคะแนน

คะแนน	5	4	3	2	1
ระดับคุณภาพ	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง

เกณฑ์การสรุปพฤติกรรมการเรียนรู้

คะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00	3.51-4.50	2.51-3.50	1.51-2.50	1.00-1.50
ระดับคุณภาพ	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง

ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 พันธะของคาร์บอน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	ผลการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ข้อที่								เฉลี่ย	สรุปผลการ ประเมิน
		1	2	3	4	5	6	7	8		

หมายเหตุ

- | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| 1. คะแนนประเมิน | 0 หมายถึง ปรับปรุง | 1 หมายถึง พอใช้ |
| | 2 หมายถึง ดี | 3 หมายถึง ดีเยี่ยม |
| 2. สรุปผลการประเมิน | ค่าเฉลี่ย 0-0.99 | หมายถึง ปรับปรุง |
| | ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 | หมายถึง พอใช้ |
| | ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 | หมายถึง ดี |
| | ค่าเฉลี่ย 2.51-3.00 | หมายถึง ดีเยี่ยม |

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมนชนัด แวงอิสาร)

..... / /



แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ

โรงเรียนนครพนมวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

ชื่อ-สกุลนักเรียน.....ห้อง.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

คุณลักษณะอันพึงประสงค์	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1.1 มีความรัก และภูมิใจในความเป็นชาติ				
	1.2 ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนา				
	1.3 แสดงออกถึงความจงรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์				
2. ซื่อสัตย์สุจริต	2.1 ปฏิบัติตามระเบียบการสอน และไม่ลอกการบ้าน				
	2.2 ประพฤติ ปฏิบัติ ตรงต่อความเป็นจริงต่อตนเอง				
	2.3 ประพฤติ ปฏิบัติตรงต่อความเป็นจริงต่อผู้อื่น				
3. มีวินัย	3.1 เข้าเรียนตรงเวลา				
	3.2 แต่งกายเรียบร้อยเหมาะสมกับกาลเทศะ				
	3.3 ปฏิบัติตามกฎหมายของห้อง				
4. ใฝ่หาความรู้	4.1 แสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ				
	4.2 มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ				
	4.3 สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล				
5. อยู่อย่างพอเพียง	5.1 ใช้ทรัพย์สินและสิ่งของของโรงเรียนอย่างประหยัด				
	5.2 ใช้อุปกรณ์การเรียนอย่างประหยัดและรู้คุณค่า				
	5.3 ใช้จ่ายอย่างประหยัดและมีการเก็บออมเงิน				
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	6.1 มีความตั้งใจ และพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย				
	6.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				
7. รักความเป็นไทย	7.1 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย				
	7.2 เห็นคุณค่าและปฏิบัติตามวัฒนธรรมไทย				
8. มีจิตสาธารณะ	8.1 รู้จักการให้เพื่อส่วนรวม และเพื่อผู้อื่น				
	8.2 แสดงออกถึงการมีน้ำใจหรือการให้ความช่วยเหลือผู้อื่น				
	8.3 เข้าร่วมกิจกรรมบำเพ็ญตนเพื่อส่วนรวมเมื่อมีโอกาส				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวมนชนัด แวงอิสาร)

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

มนชนัด แวงอิสาร

42



เกณฑ์การให้คะแนน

- | | |
|--|-------------|
| - พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ | ให้ 3 คะแนน |
| - พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง | ให้ 2 คะแนน |
| - พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง | ให้ 1 คะแนน |
| - พฤติกรรมที่ไม่ได้ปฏิบัติ | ให้ 0 คะแนน |

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- ☐ ดีมาก (2.51 – 3.00)
- ☐ ดี (2.01 – 2.50)
- ☐ พอใช้ (1.51 – 2.00)
- ☐ ควรปรับปรุง (1.00 – 1.50)

หมายเหตุ : การหารระดับคุณภาพหาได้จากการนำคะแนนรวมในแต่ละช่องมาบวกกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อจะได้คะแนนเฉลี่ย แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ตัวอย่าง นางสาวเอ ได้คะแนนรวมเท่ากับ $3 + 3 + 3 + 2 + 3 + 2 = 16$

คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ $16/8 = 2.00$ จากคะแนนเฉลี่ยเมื่อเทียบกับเกณฑ์การตัดสินคุณภาพ จะอยู่ในระดับ **พอใช้**

