



บทที่ 13 พอลิเมอร์

ลิขสิทธิ์ของ สสวท. ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้นโดยอ้างอิงผู้จัดทำ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดของไฟล์นำเสนอไปใช้เพื่อการพาณิชย์ โดยเด็ดขาด





ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์

ลิขสิทธิ์ของ สสวท. ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้นโดยอ้างอิงผู้จัดทำ ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดของไฟล์นำเสนอไปใช้เพื่อการพาณิชย์ โดยเด็ดขาด





มอนอเมอร์เกิดเป็นพอลิเมอร์ได้อย่างไร?



13.2 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์

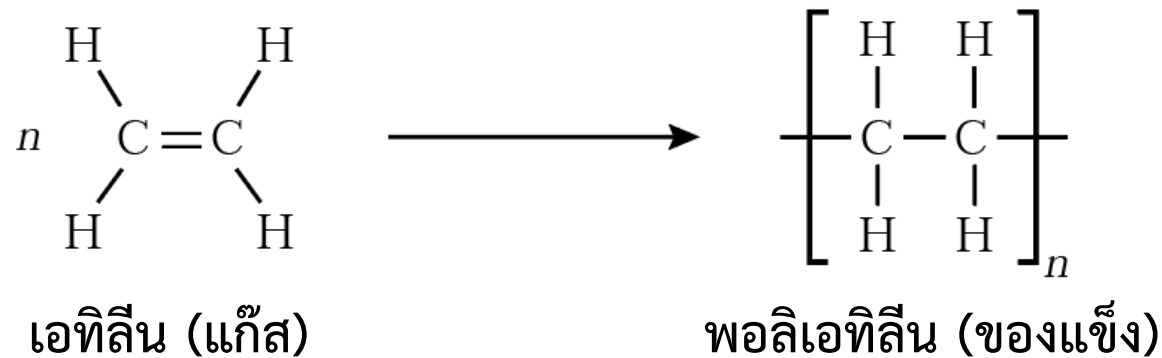
ปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้มอนอเมอร์เชื่อมต่อกันเป็นพอลิเมอร์ เรียกว่า **ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์** (polymerization reaction) หรืออาจเรียกสั้น ๆ ว่า **การเกิดพอลิเมอร์** (polymerization)

- **ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม** (addition polymerization reaction)
- **ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น** (condensation polymerization reaction)



13.2.1 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม

- ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ของมอนอเมอร์ที่มีพันธะคู่
- เปลี่ยนพันธะคู่ในมอนอเมอร์ให้เป็นพันธะเดี่ยวที่เชื่อมระหว่างมอนอเมอร์
- มีลักษณะเดียวกับปฏิกิริยาการเติมของแอลคีน
- โครงสร้างของพอลิเมอร์ที่ได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติมมีองค์ประกอบของอะตอมเหมือนกับในมอนอเมอร์อย่างครบถ้วน

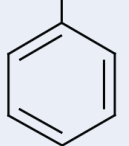


พอลิเอทิลีนจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม



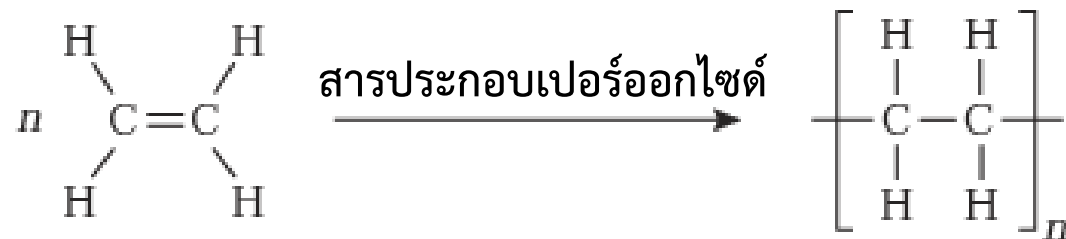
13.2.1 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม

ตารางแสดงตัวอย่างพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม

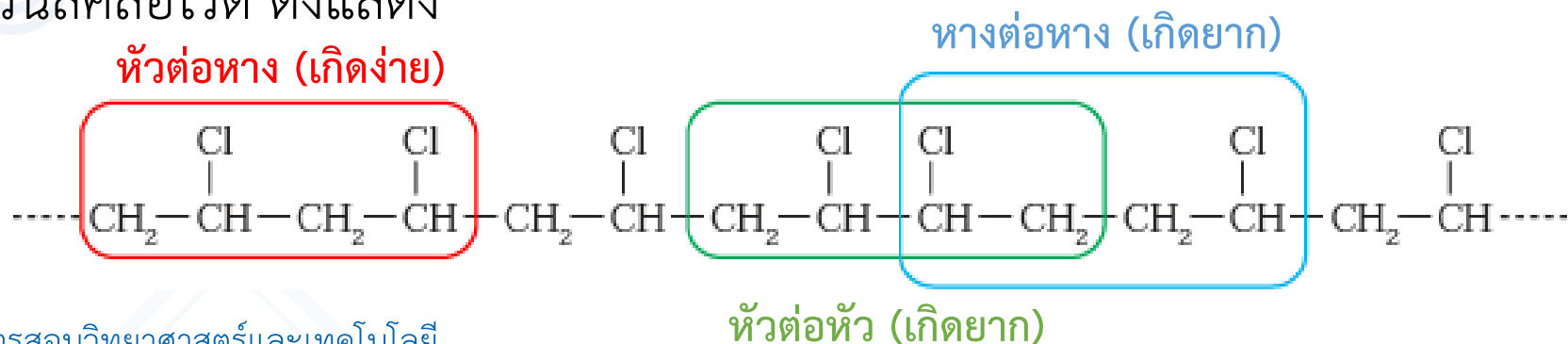
มอนอเมอร์	พอลิเมอร์	สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
$\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ไวนิลคลอไรด์ (vinyl chloride)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$ พอลิไวนิลคลอไรด์ (poly(vinyl chloride), PVC)	<ul style="list-style-type: none"> - แข็งและคงรูป - ทนต่อความชื้น - สารเคมี - และการขัดถู 	<ul style="list-style-type: none"> - ท่อน้ำ สายยาง - แผ่นยางปูพื้น - หนังเทียม - ปลอกฉนวนสายไฟ
$\text{CH}_2=\text{CH}$  สไตรีน (styrene)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$ พอลิสไตรีน (polystyrene)	<ul style="list-style-type: none"> - แข็งและเปราะ - ใส โปร่งแสง 	<ul style="list-style-type: none"> - โฟมกันกระแทก โฟมบรรจุอาหาร - วัสดุช่วยพยุงลอยน้ำ - ซ้อนส้อมพลาสติก

ความรู้เพิ่มเติมสำหรับครู

1. ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติมส่วนใหญ่ต้องใช้ตัวเริ่มปฏิกิริยา (initiator) ที่ใส่ลงไปเพียงเล็กน้อยเพื่อให้สารตั้งต้นสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เช่น การสังเคราะห์พอลิเอทิลีนมีแก๊สออกซิเจนหรือสารประกอบเปอร์ออกไซด์เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา

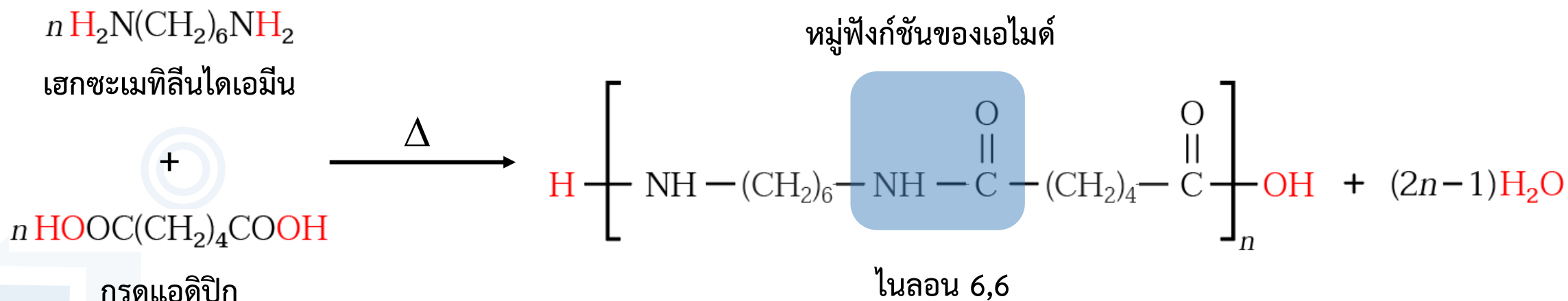


2. การสังเคราะห์พอลิเมอร์บางชนิดจะได้พอลิเมอร์ที่มีการเชื่อมต่อของมอนอเมอร์แตกต่างกันเช่น พอลิไวนิลคลอไรด์ ดังแสดง



13.2.2 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น

- ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่
- เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีกันแล้วจะมีส่วนของหมู่ฟังก์ชันหลุดออกไป
- มีลักษณะเดียวกับปฏิกิริยาควบแน่นของการเกิดเอสเทอร์หรือเอไมด์

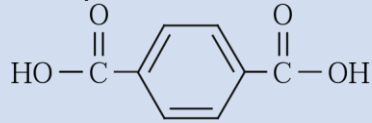
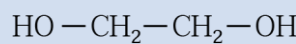
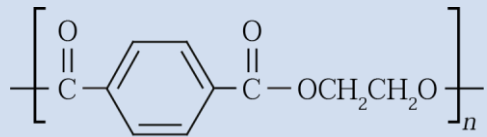


ไนลอน 6,6 จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น



13.2.2 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น

ตารางแสดงตัวอย่างพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น

มอนอเมอร์	พอลิเมอร์	สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
<p>กรดเทเรฟเทอริก (terephthalic acid)</p>  <p>+ เอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol)</p> 	<p>พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (poly(ethylene terephthalate), PET หรือ PETE)</p> 	<ul style="list-style-type: none">- แข็งและเหนียว- ทนต่อความชื้นและการขีดถู	<ul style="list-style-type: none">- ขวดน้ำดื่ม- ถุงขนมขบเคี้ยว- เส้นใยสังเคราะห์- เชือกป่าน- เส้นเอ็น

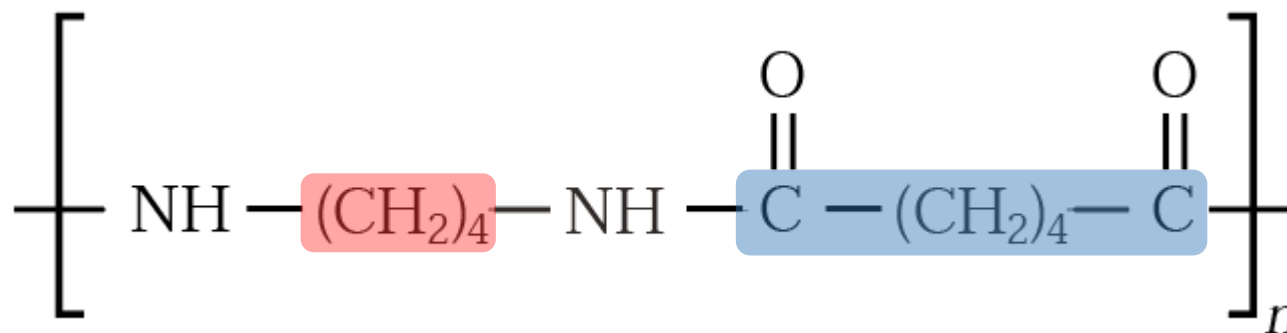
13.2.2 ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น

ตารางแสดงตัวอย่างพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น

มอนอเมอร์	พอลิเมอร์	สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
กรดแลกติก (lactic acid) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{HO}-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	พอลิแลกติกแอซิด (poly(lactic acid), PLA) $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{CH}-\text{C}-\text{O} \end{array} \right]_n \quad \text{หรือ} \quad \left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{O}-\text{CH}-\text{C} \end{array} \right]_n$	<ul style="list-style-type: none">- สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ- แข็ง เปราะ	<ul style="list-style-type: none">- ไหมละลาย- ถุงเพาะชำ- แก้ว ช้อนส้อมพลาสติก- ใช้เคลือบแก้ว กระจก

รู้หรือไม่

การเรียกชื่อไนลอนนิยมระบุจำนวนอะตอมของคาร์บอนในไดเอมีน ตามด้วยจำนวนอะตอมของคาร์บอนในไดแอซิด เช่น ไนลอน 4,6 มีโครงสร้างดังแสดง



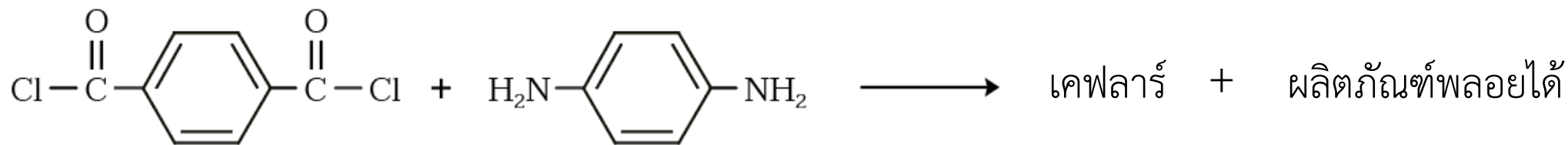
คาร์บอน 4 อะตอมจากเตตระเมทิลีนไดเอมีน คาร์บอน 6 อะตอมจากกรดแอดิปีก



ชวนคิด

แอซิดคลอไรด์ (acid chloride) มีหมู่ฟังก์ชันเป็น $-\text{COCl}$ และมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถใช้แทนกรดคาร์บอกซิลิกในการสังเคราะห์พอลิเอไมด์ เช่น เคฟลาร์ (Kevlar) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ใช้ทำเส้นใยที่มีความเหนียว และทนความร้อนสูง นำไปทำเสื้อกันกระสุน

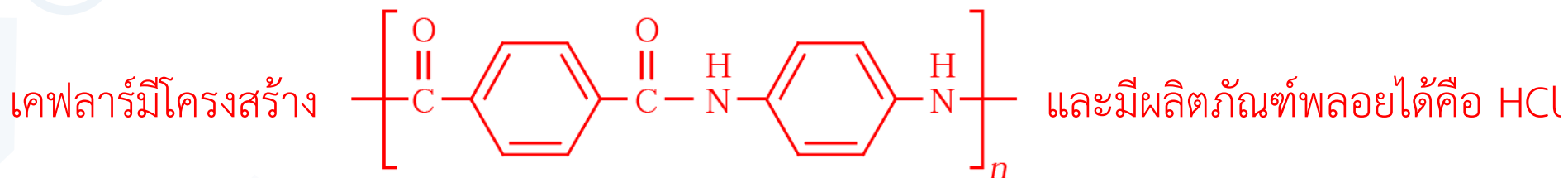
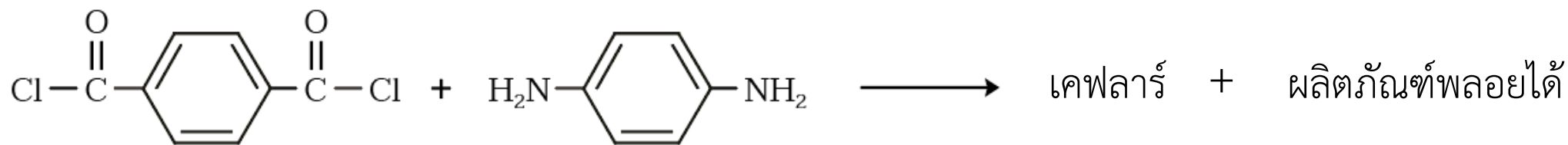
เขียนโครงสร้างเคฟลาร์และผลิตภัณฑ์พลอยได้จากปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ชวนคิด

แอซิดคลอไรด์ (acid chloride) มีหมู่ฟังก์ชันเป็น $-COCl$ และมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถใช้แทนกรดคาร์บอกซิลิกในการสังเคราะห์พอลิเอไมด์ เช่น เคฟลาร์ (Kevlar) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ใช้ทำเส้นใยที่มีความเหนียว และทนความร้อนสูง นำไปทำเสื้อกันกระสุน

เขียนโครงสร้างเคฟลาร์และผลิตภัณฑ์พลอยได้จากปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ความรู้เพิ่มเติม

มอนอเมอร์หลายชนิด เช่น เอทิลีน โพรพิลีน สไตรีน เอทิลีนไกลคอล กรดเทเรฟทาลิก ได้มาจากแก๊สธรรมชาติหรือน้ำมันดิบที่ผ่านกระบวนการทางเคมีในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี



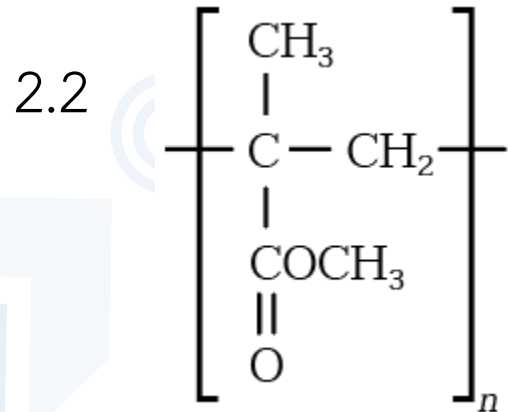
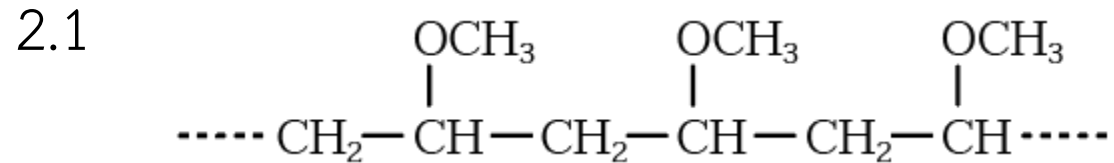
แบบฝึกหัด 3.1

- เขียนโครงสร้างพอลิเมอร์ที่ได้จากมอนอเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด
 - $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$
 - $\text{CH}_2=\text{CHCN}$
 - $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$
 - $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
 - $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ กับ $\text{HO}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{CO}_2\text{H}$



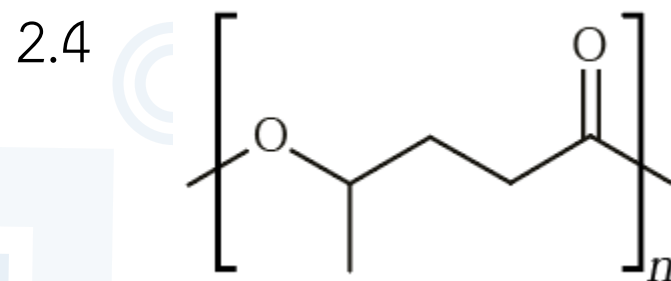
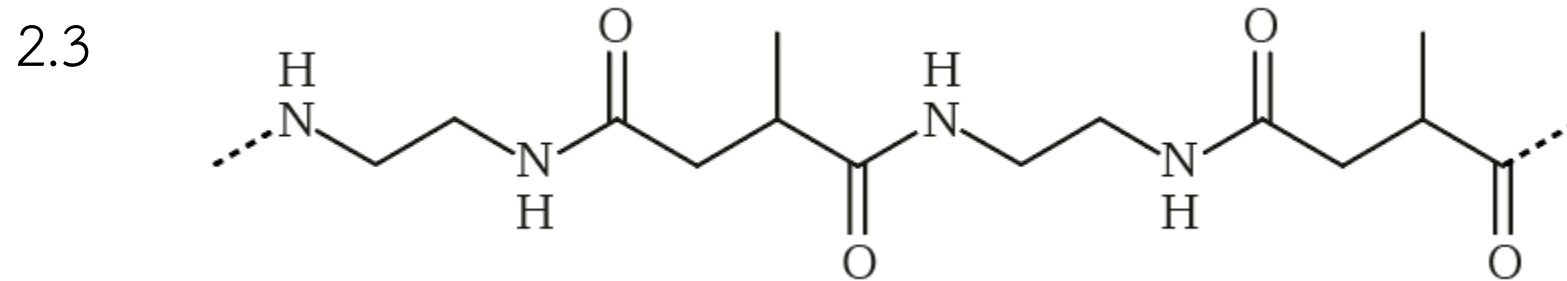
แบบฝึกหัด 3.1

2. เขียนโครงสร้างของมอนอเมอร์จากสายพอลิเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด



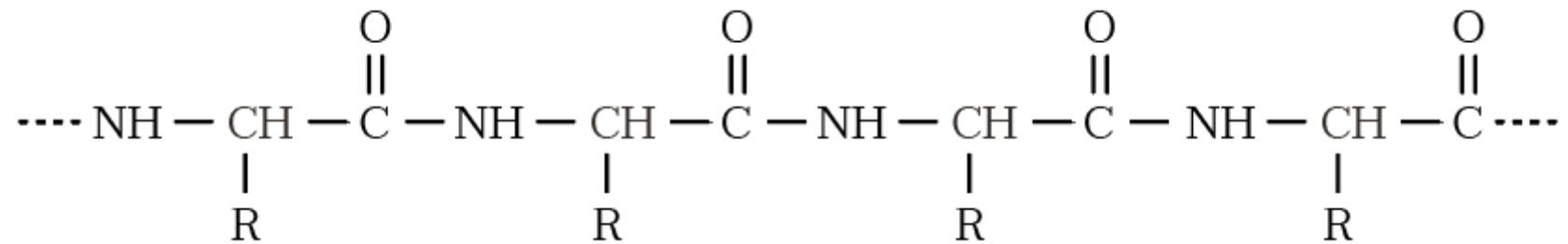
แบบฝึกหัด 3.1

2. เขียนโครงสร้างของมอนอเมอร์จากสายพอลิเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด



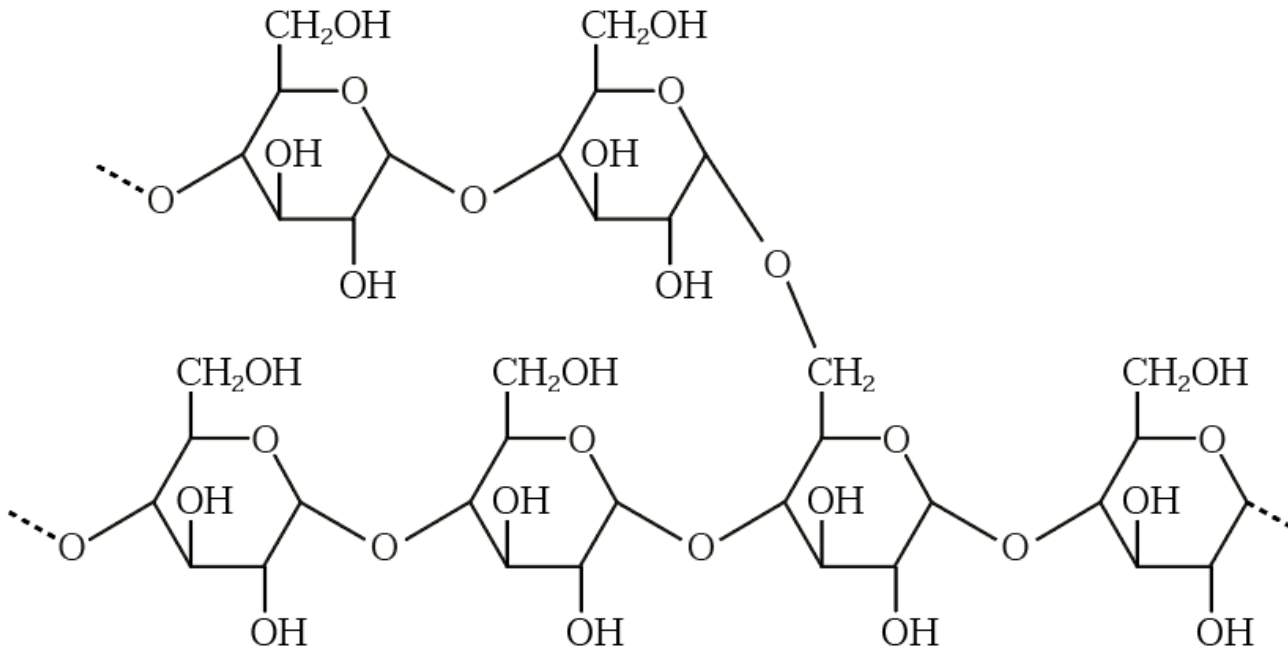
แบบฝึกหัด 3.1

3. โปรตีน พอลิแซ็กคาไรด์ และกรดนิวคลีอิก เป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติซึ่งเป็นและมีหน้าที่สำคัญในสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างโครงสร้างดังแสดง



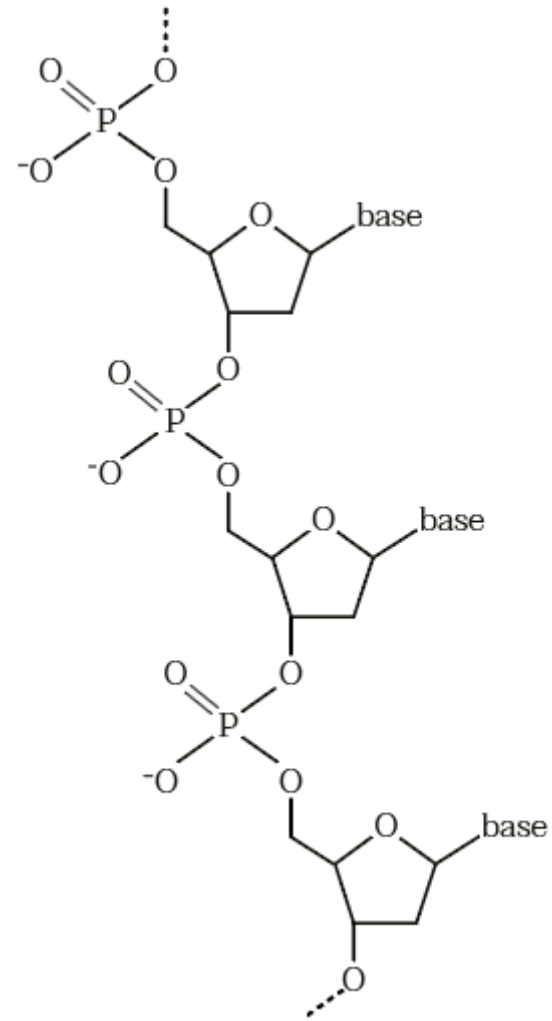
พอลิเปปไทด์ในโปรตีน

แบบฝึกหัด 3.1



พอลิแซ็กคาไรด์ในไกลโคเจน

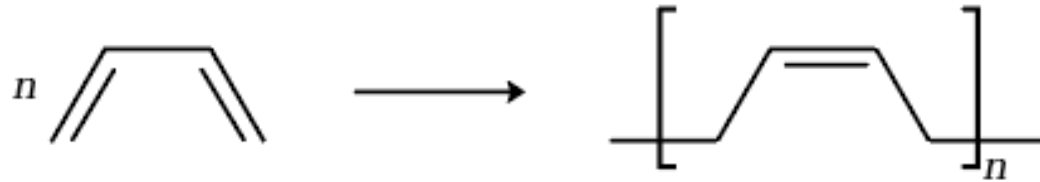
พอลิเมอร์แต่ละชนิดได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบใด และเกิดจากมอนอเมอร์ที่มีสูตรโครงสร้างอย่างไร



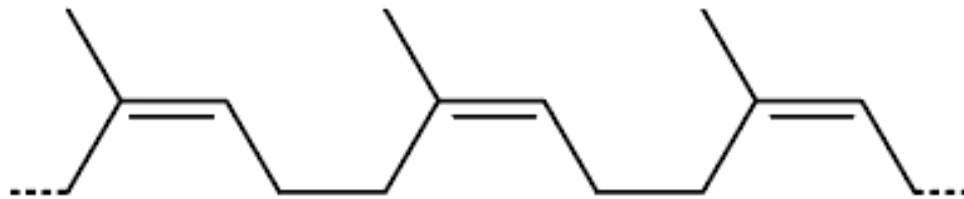
กรดนิวคลีอิก

แบบฝึกหัด 3.1

4. พอลิบิวทาไดเอิน (polybutadiene) เป็นยางสังเคราะห์ที่ได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ดังต่อไปนี้



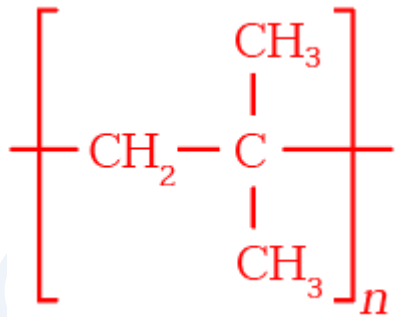
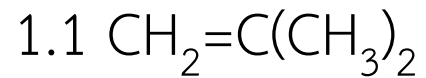
ยางธรรมชาติ เช่น ยางพารา มีโครงสร้างดังแสดง



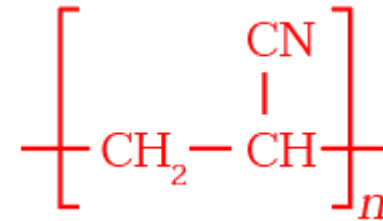
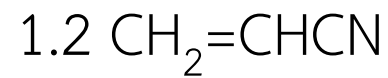
หากต้องการสังเคราะห์ยางที่มีโครงสร้างเหมือนกับยางพารา ควรใช้สารใดเป็นมอนอเมอร์และปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด

แบบฝึกหัด 3.1

1. เขียนโครงสร้างพอลิเมอร์ที่ได้จากมอนอเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด



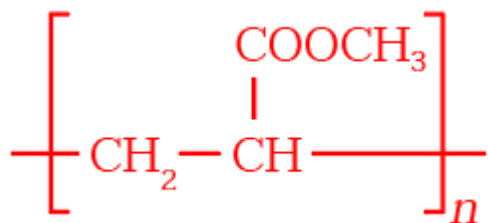
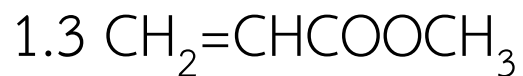
ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม



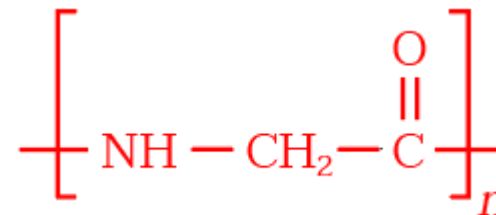
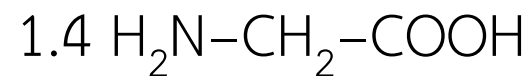
ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม

แบบฝึกหัด 3.1

- เขียนโครงสร้างพอลิเมอร์ที่ได้จากมอนอเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด



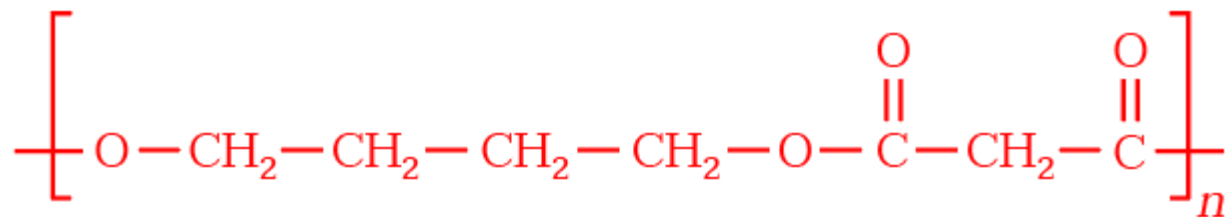
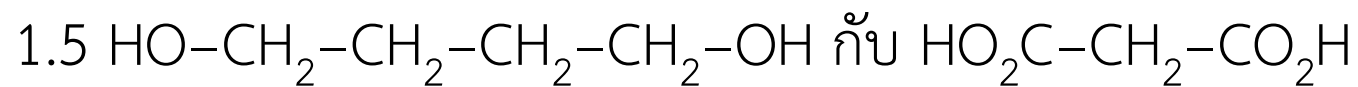
ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม



ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น

แบบฝึกหัด 3.1

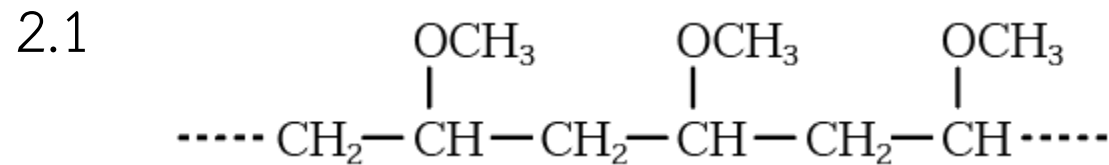
- เขียนโครงสร้างพอลิเมอร์ที่ได้จากมอนอเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด



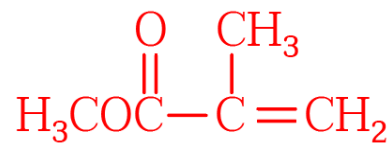
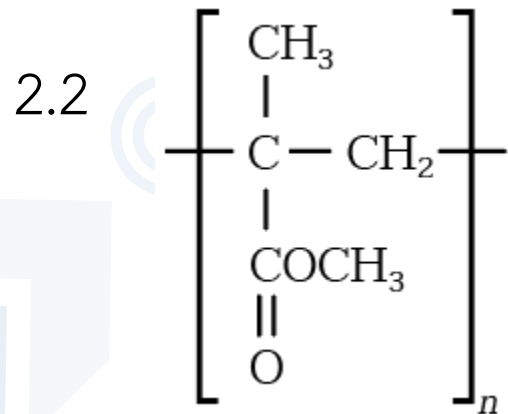
ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น

แบบฝึกหัด 3.1

2. เขียนโครงสร้างของมอนอเมอร์จากสายพอลิเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด



ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม

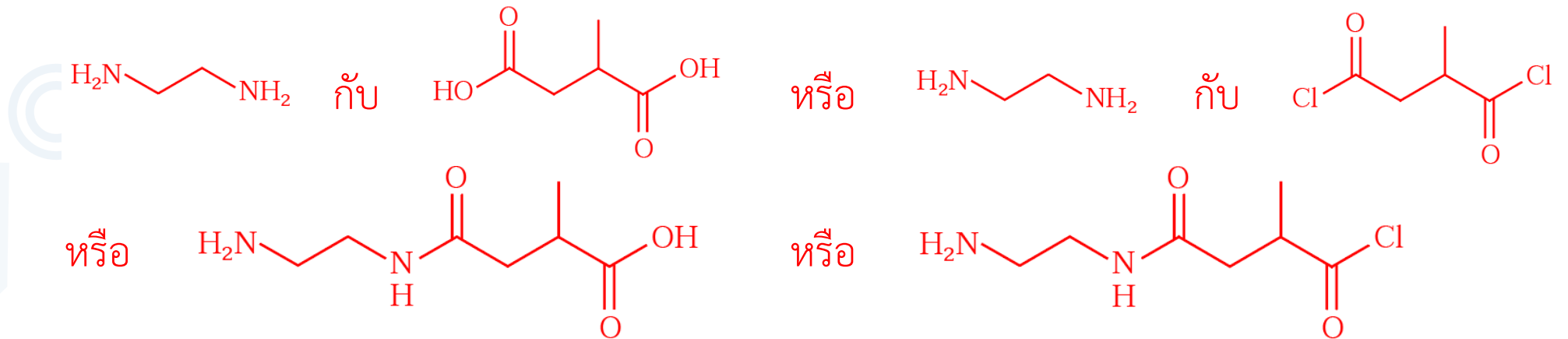
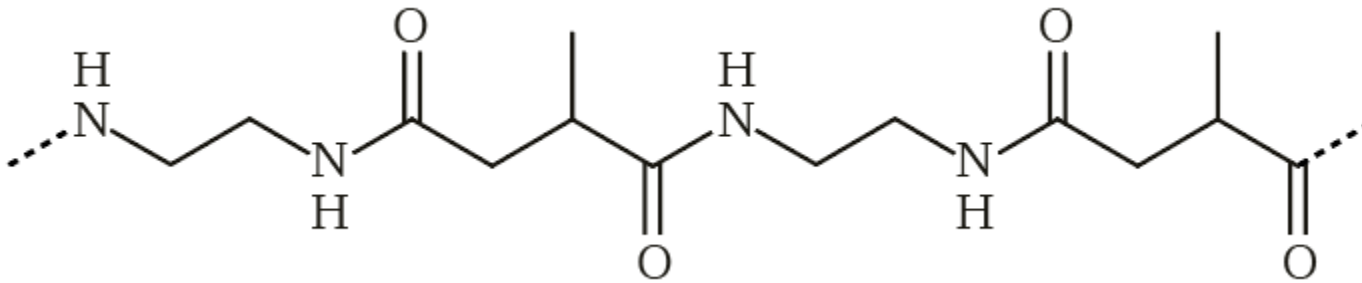


ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม

แบบฝึกหัด 3.1

2. เขียนโครงสร้างของมอนอเมอร์จากสายพอลิเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด

2.3

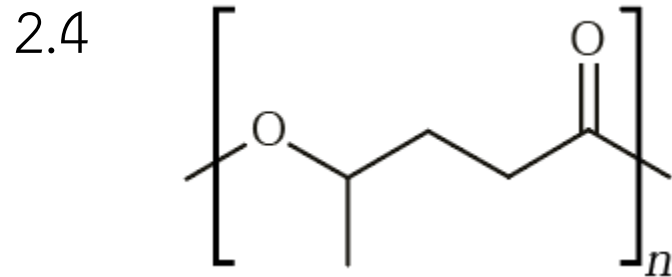


ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น



แบบฝึกหัด 3.1

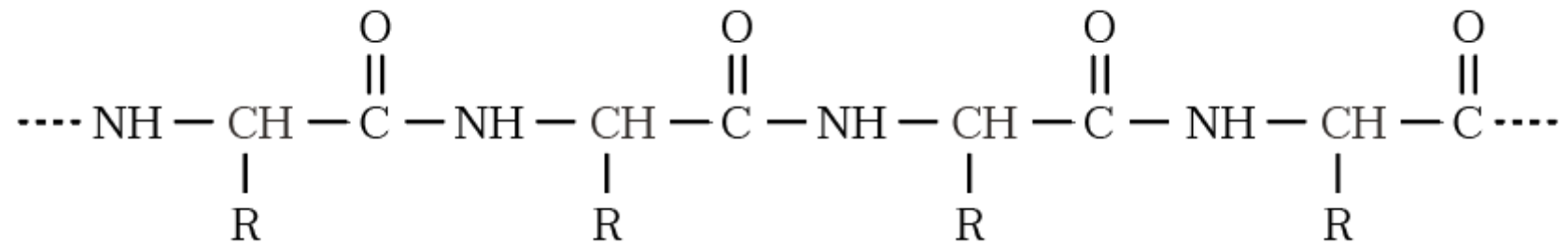
2. เขียนโครงสร้างของมอนอเมอร์จากสายพอลิเมอร์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบุว่าปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด



ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น (นอกจากนี้อาจมีมอนอเมอร์ที่มีโครงสร้างเป็นวงซึ่งเกิดปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเปิดวง)

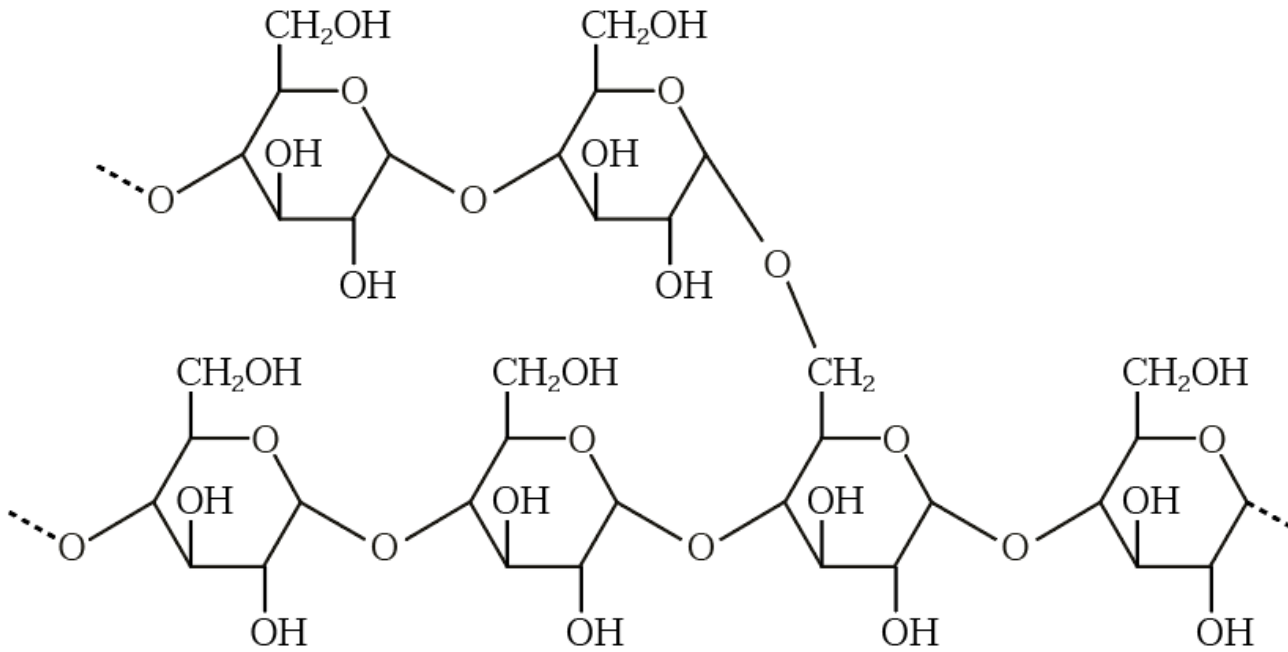
แบบฝึกหัด 3.1

3. โปรตีน พอลิแซ็กคาไรด์ และกรดนิวคลีอิก เป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติซึ่งเป็นและมีหน้าที่สำคัญในสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างโครงสร้างดังแสดง



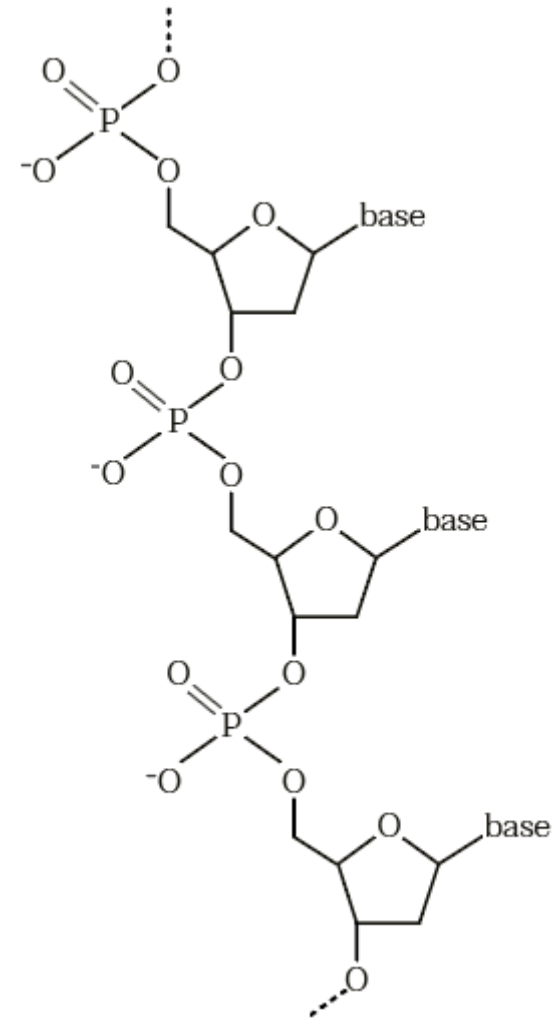
พอลิเปปไทด์ในโปรตีน

แบบฝึกหัด 3.1



พอลิแซ็กคาไรด์ในไกลโคเจน

พอลิเมอร์แต่ละชนิดได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบใด และเกิดจากมอนอเมอร์ที่มีสูตรโครงสร้างอย่างไร

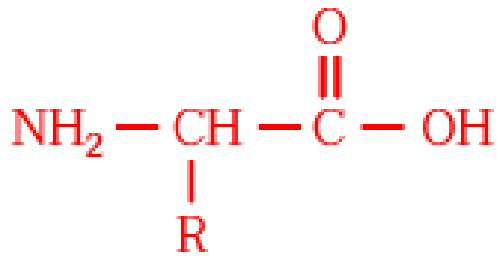


กรดนิวคลีอิก

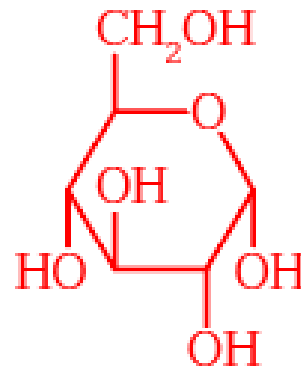


แบบฝึกหัด 3.1

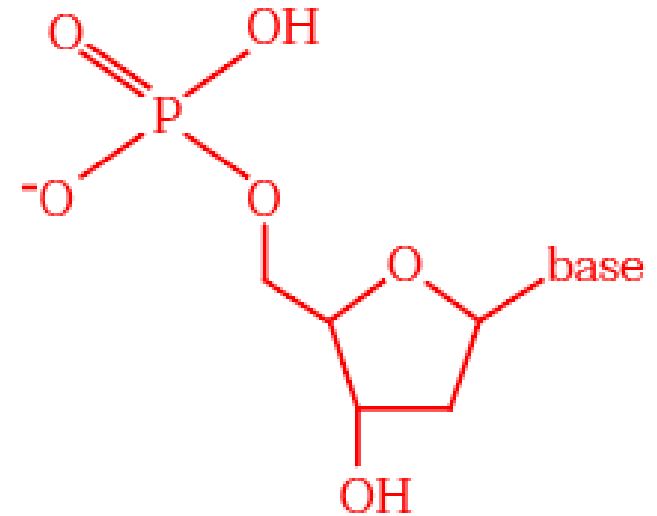
โปรตีน พอลิแซ็กคาไรด์ และกรดนิวคลีอิกเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบควบแน่น โดยมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์แต่ละชนิด คือ กรดแอมิโน กลูโคส และนิวคลีโอไทด์ ตามลำดับ มีโครงสร้างดังนี้



กรดแอมิโน



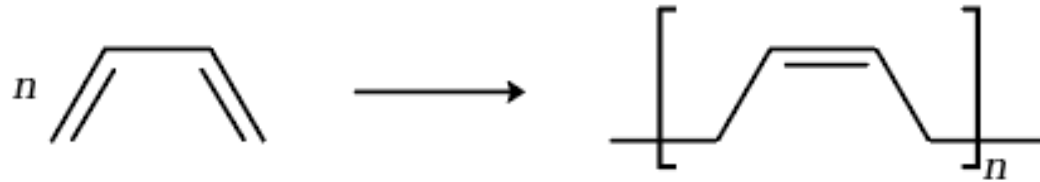
กลูโคส



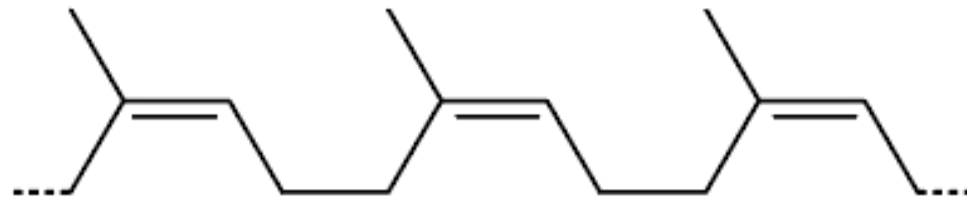
นิวคลีโอไทด์

แบบฝึกหัด 3.1

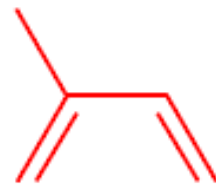
4. พอลิบิวทาไดอีน (polybutadiene) เป็นยางสังเคราะห์ที่ได้จากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ดังต่อไปนี้



ยางธรรมชาติ เช่น ยางพารา มีโครงสร้างดังแสดง



หากต้องการสังเคราะห์ยางที่มีโครงสร้างเหมือนกับยางพารา ควรใช้สารใดเป็นมอนอเมอร์และปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์เป็นแบบใด



ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์แบบเติม