



พอลิเมอร์

ผศ.ดร.อรุณี คงดี
สาขาวิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้



อบรมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ โลก ดาราศาสตร์ และ
อวกาศ วันที่ 9 – 13 พค. พ.ศ. 2554

พอลิเมอร์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของพอลิเมอร์



หัวข้อของพอลิเมอร์

- ความหมายของพอลิเมอร์
- ประเภทของพอลิเมอร์
- ปฏิกริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์
- การอ่านชื่อพอลิเมอร์
- ลักษณะการใช้งานของพอลิเมอร์

ความหมายของพอลิเมอร์

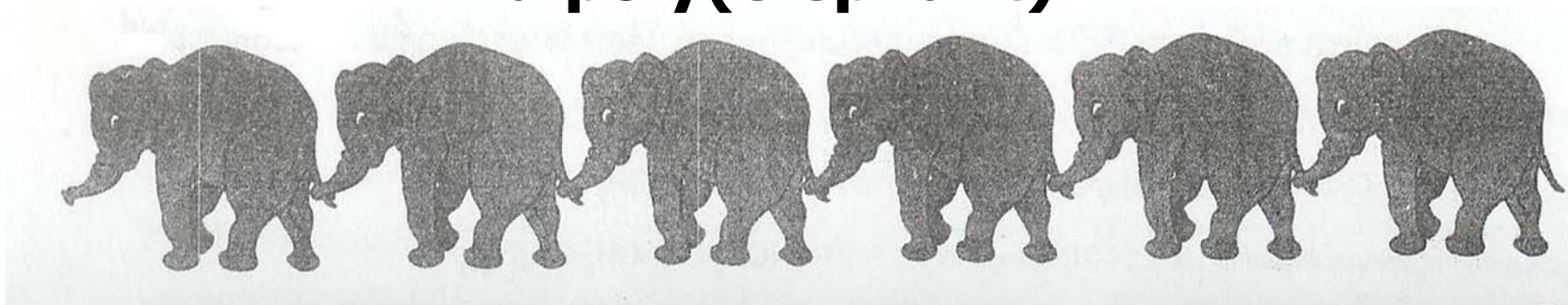
polymer

มาก

meros =
ส่วน/หน่วย

พอลิเมอร์ หมายถึงสารโมเลกุลใหญ่ที่ประกอบด้วยหน่วยซ้ำกันมาต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์

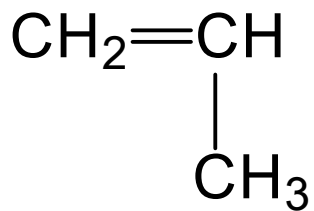
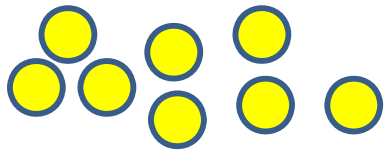
Hey! Look.
We're making
a poly(elephant)



monomer



มอนอเมอร์

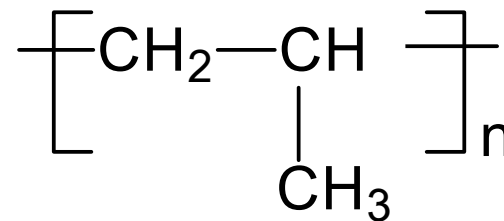


มอนอเมอร์
โมเลกุลเล็ก

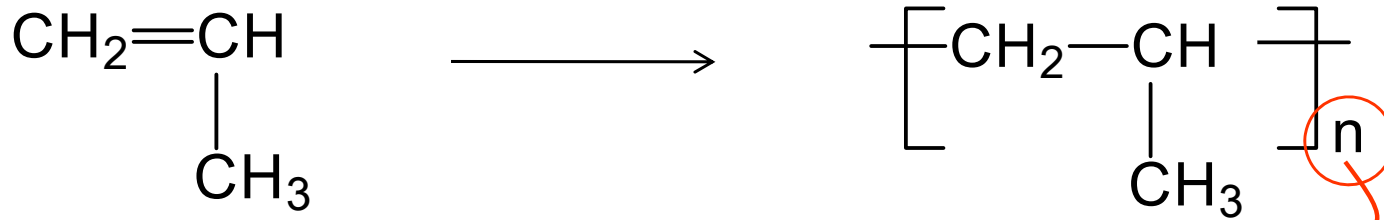
กระบวนการ
โพลิเมอไรเซชัน



พอลิเมอร์

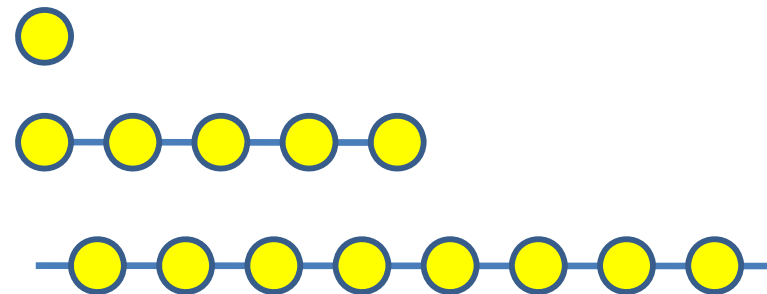


พอลิเมอร์
โมเลกุลใหญ่



ค่าอันดับการพอลิเมอไรเซชัน
(degree of polymerization
กำหนดความยาวและน้ำหนักโมเลกุล
ของสายโซ่พอลิเมอร์

n	น้ำหนักโมเลกุล
1	42
5	5x42 = 210
100	100x42 = 42,000



ประเภทของพอลิเมอร์

พอลิเมอร์ แบ่งออกเป็นหลายประเภทตามวิธีการจำแนก
การจำแนกตามแหล่งที่มา

1. พอลิเมอร์**ธรรมชาติ**
มีอยู่แล้วในธรรมชาติ (พืช
และสัตว์) มนุษย์ดัดแปลง
เอามาใช้ประโยชน์
ไหม ฝ้าย ปอ น้ำยาง



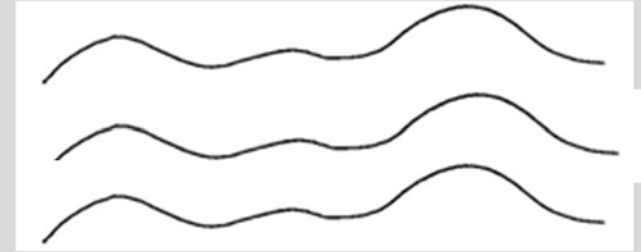
2. พอลิเมอร์**สังเคราะห์**
สังเคราะห์ขึ้นมาใช้ทดแทน
พอลิเมอร์ธรรมชาติ

พอลิเอทิลีน พอลิโพรพิลีน
พอลิสไตรีน ไนลอน

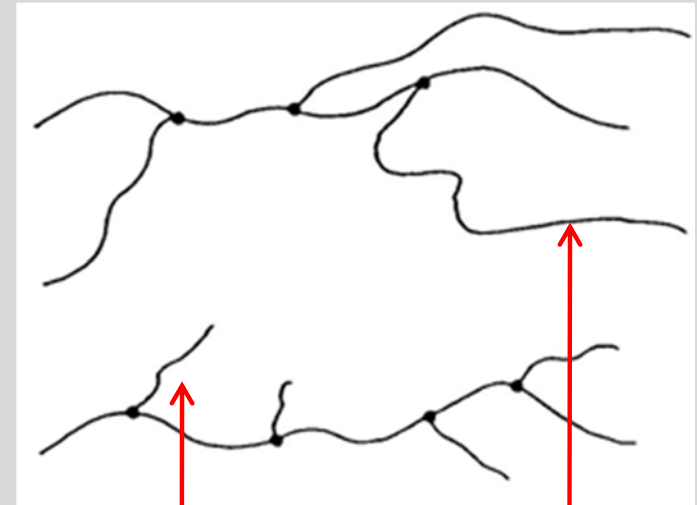


จำแนกตามลักษณะโครงสร้างของโมเลกุล

1. พอลิเมอร์แบบ**เชิงเส้น**
(linear polymer): เป็นเส้น ไม่มีกิ่ง



2. พอลิเมอร์แบบ**กิ่งก้าน**
หรือสาขา (branched polymer):
มีกิ่งก้านหรือสาขาแยกออกจาก
สายโซ่หลัก

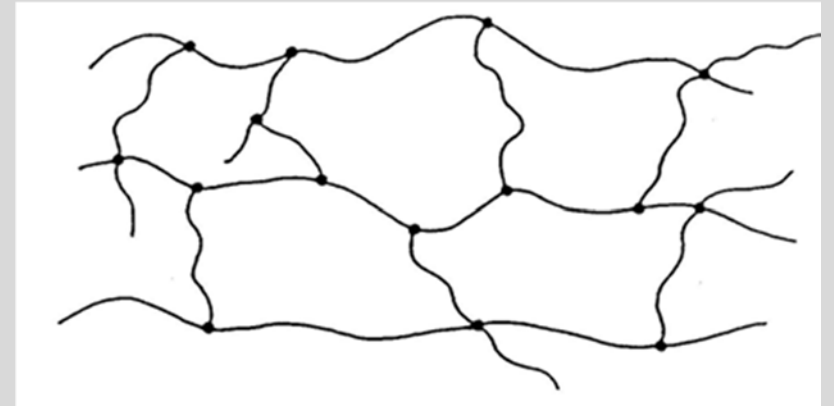


สายโซ่หลัก?

สาขาสั้น

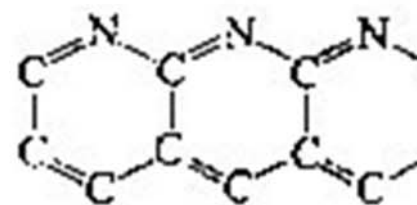
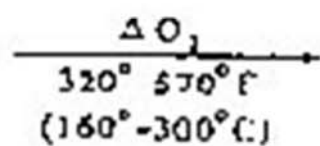
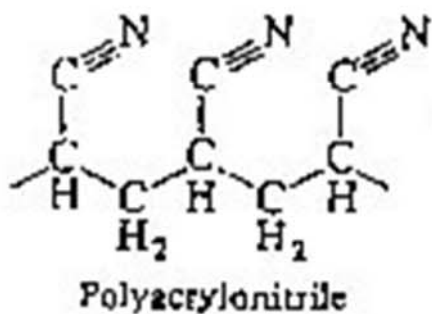
สาขายาว

3. พอลิเมอร์แบบ**ร่างแห**
หรือเชื่อมขวาง (network or
 crosslinked polymer) โมเลกุล
 เกิดการเชื่อมขวางเป็นร่างแห



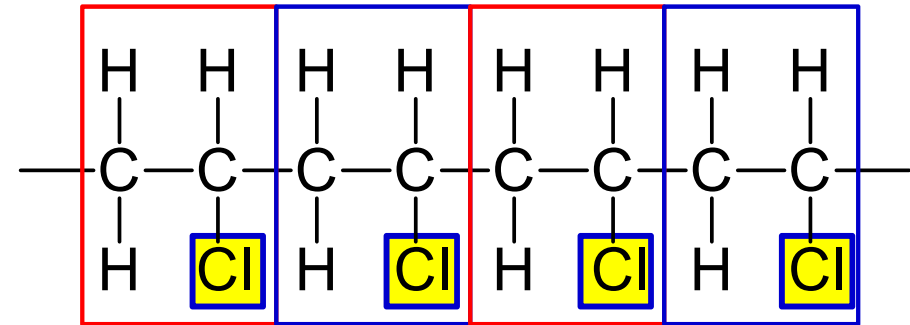
สายโซ่หลัก?

4. พอลิเมอร์แบบ**ขั้นบันได**
 (ladder polymer) เป็นวงปิดในสายโซ่หลัก

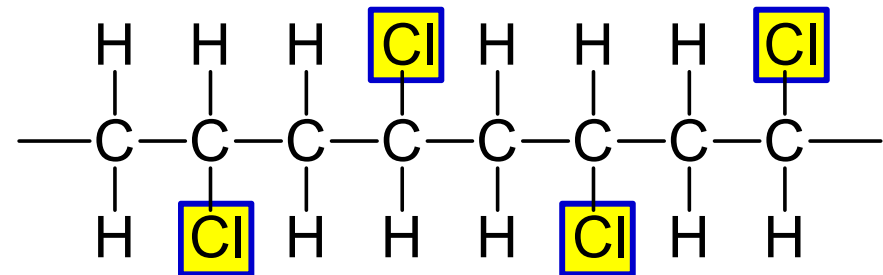


linear polymer จาก vinyl polymer มีหมู่ R มาต่อได้ 3 แบบ

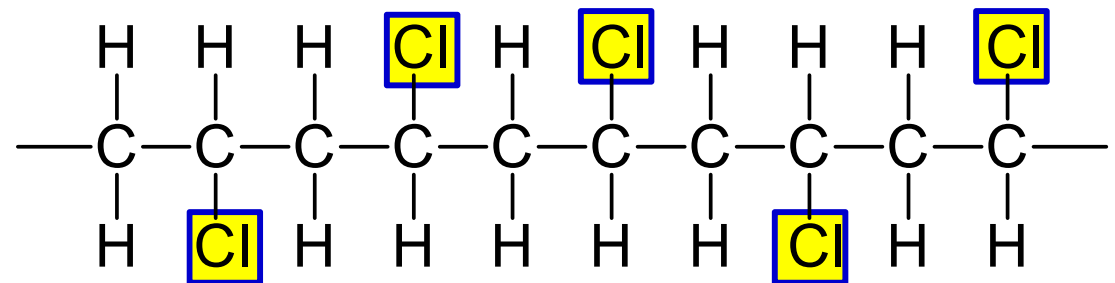
Isotactic



Syndiotactic



Atactic



จำแนกตามจำนวน
ชนิดของหน่วยซ้ำกัน
ในโมเลกุล



2. Copolymer

↓
รวม

ในโมเลกุลพอลิเมอร์
ประกอบด้วยหน่วยซ้ำกัน
มากกว่าหนึ่งชนิด



1. Homopolymer



เหมือน

ในโมเลกุลพอลิเมอร์
ประกอบด้วย
หน่วยซ้ำกันเพียง
ชนิดเดียว

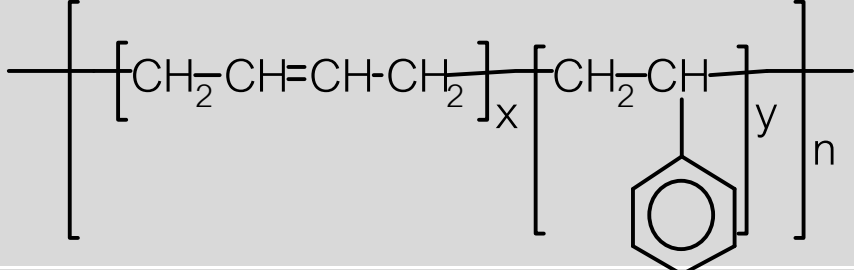
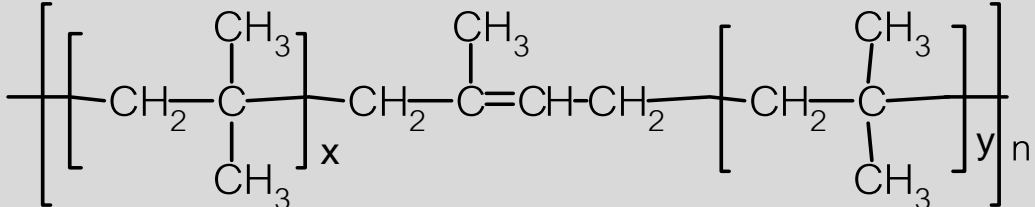
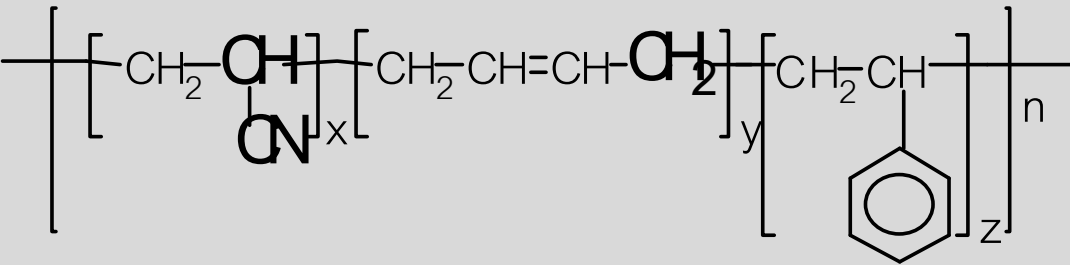
โฮโมพอลิเมอร์

มอนอเมอร์	พอลิเมอร์
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\left[\text{CH}_2-\text{CH}_2 \right]_n$
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$
$\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \end{array}$	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \end{array} \right]_n$
$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ และ $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{HO}-\text{C}(\text{CH}_2)_{24}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{C}(\text{CH}_2)_{24}-\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH} \end{array} \right]_n$

พอลิเมอร์
จาก
ปฏิกิริยา
แบบเติม

พอลิเมอร์
จาก
ปฏิกิริยา
การควบแน่น

โคพอลิเมอร์

ชื่อพอลิเมอร์	โครงสร้าง
ยางสไตรีน-บิวทาไดอีน (styrene-butadiene rubber, SBR)	
ยางบิวทิล (butyl rubber)	
อะคริโลไนไทรล์-บิวทาไดอีน-สไตรีน (acrylonitrile-butadiene-styrene, ABS)	

ลักษณะการจัดเรียงตัวของหน่วยซ้ำกันในโคพอลิเมอร์

โคพอลิเมอร์	ลักษณะหน่วยซ้ำกัน
โคพอลิเมอร์แบบ สุ่ม (random copolymers)	~ AAABBABBBBB AAABAABBABBB ~
โคพอลิเมอร์แบบ สลับ (alternating copolymers)	~ ABABABABABABABABABA ~
โคพอลิเมอร์แบบ บล็อก (block copolymers)	~ AAAAAAAAAA BBBBBBBB ~ หรือ ~ AAAAAA BBBBBBBB CCCCCC ~
โคพอลิเมอร์แบบ กราฟท์ (graft copolymer)	$ \begin{array}{c} \text{BBBBBBB} \\ \diagdown \\ \sim \text{AAAAAAAAAAAAAAAA} \sim \\ \diagup \\ \text{B} \\ \text{B} \\ \text{BBBBBBBBB} \end{array} $

จำแนกตามกลไกของปฏิกิริยา

การเกิดพอลิเมอร์

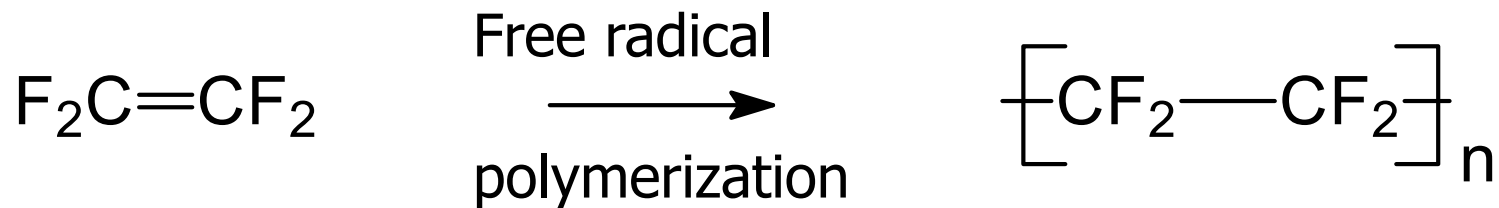
พอลิเมอร์โซ่เส้นแบบเติม
หรือแบบลูกโซ่

พอลิเมอร์จากปฏิกิริยา
การควบแน่น/แบบขั้น

1. พอลิเมอร์โซ่เส้นแบบเติมหรือแบบลูกโซ่

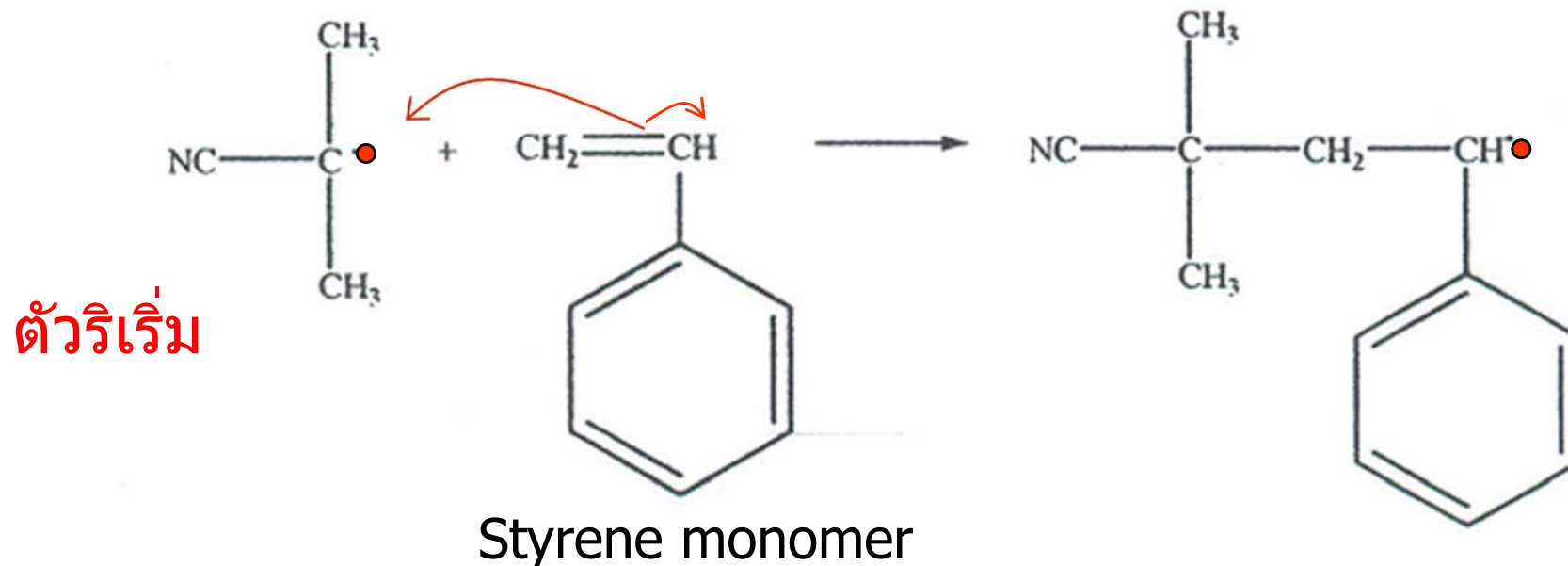
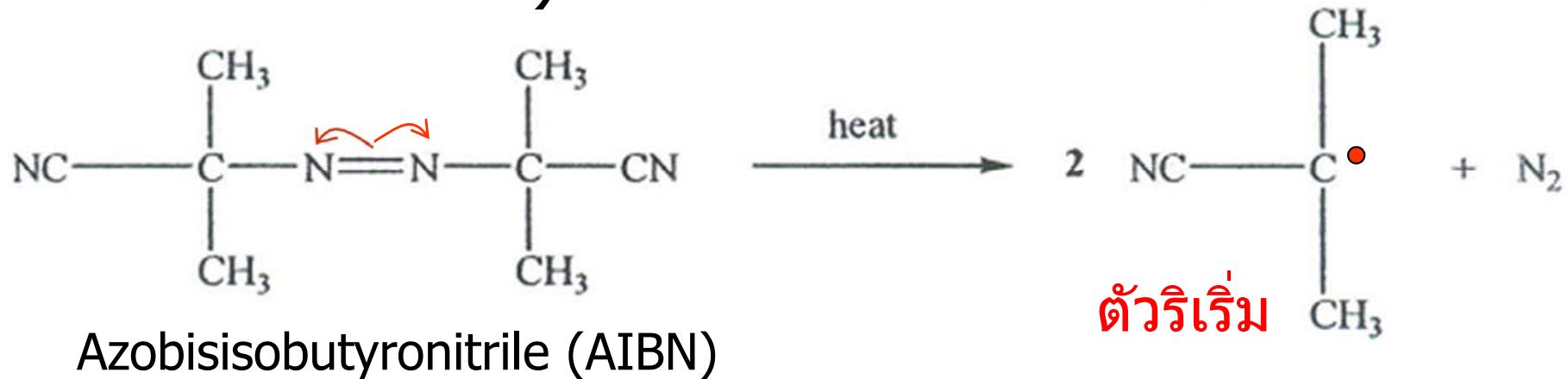
(addition/chain polymerization):

เกิดจากมอนอเมอร์ที่มี C=C เช่น ไวนิลมอนอเมอร์

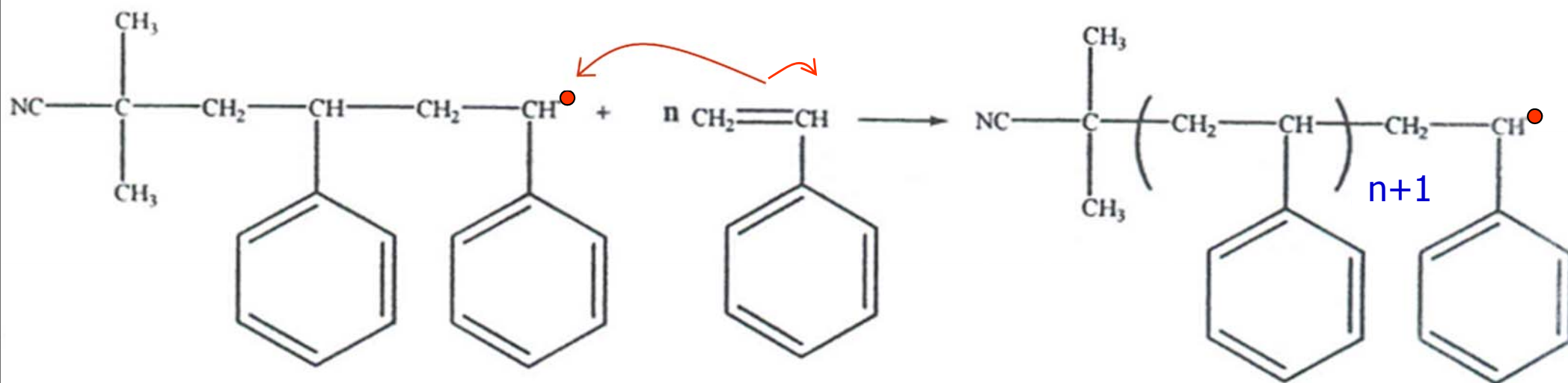
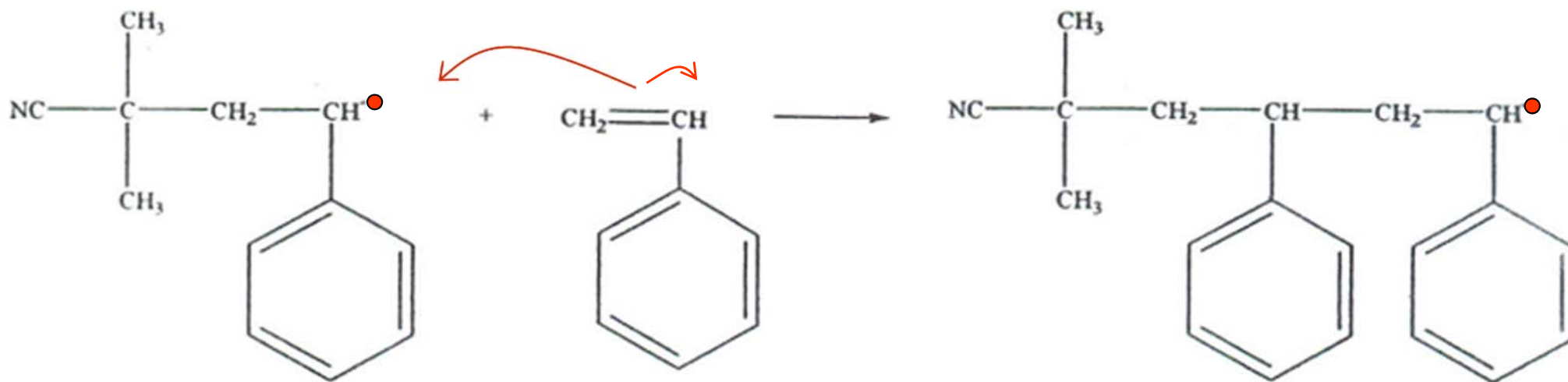


กลไกของปฏิกิริยาแบบเติม
แบ่งเป็น 3 ชั้น

1. ขั้นริเริ่ม (initiation step): เกิดตัวริเริ่มที่ว่องไว (reactive) เช่น อนุมูลอิสระ แคทไอออน แอนไอออน และโคออร์ดิเนชัน (สารประกอบเชิงซ้อน)

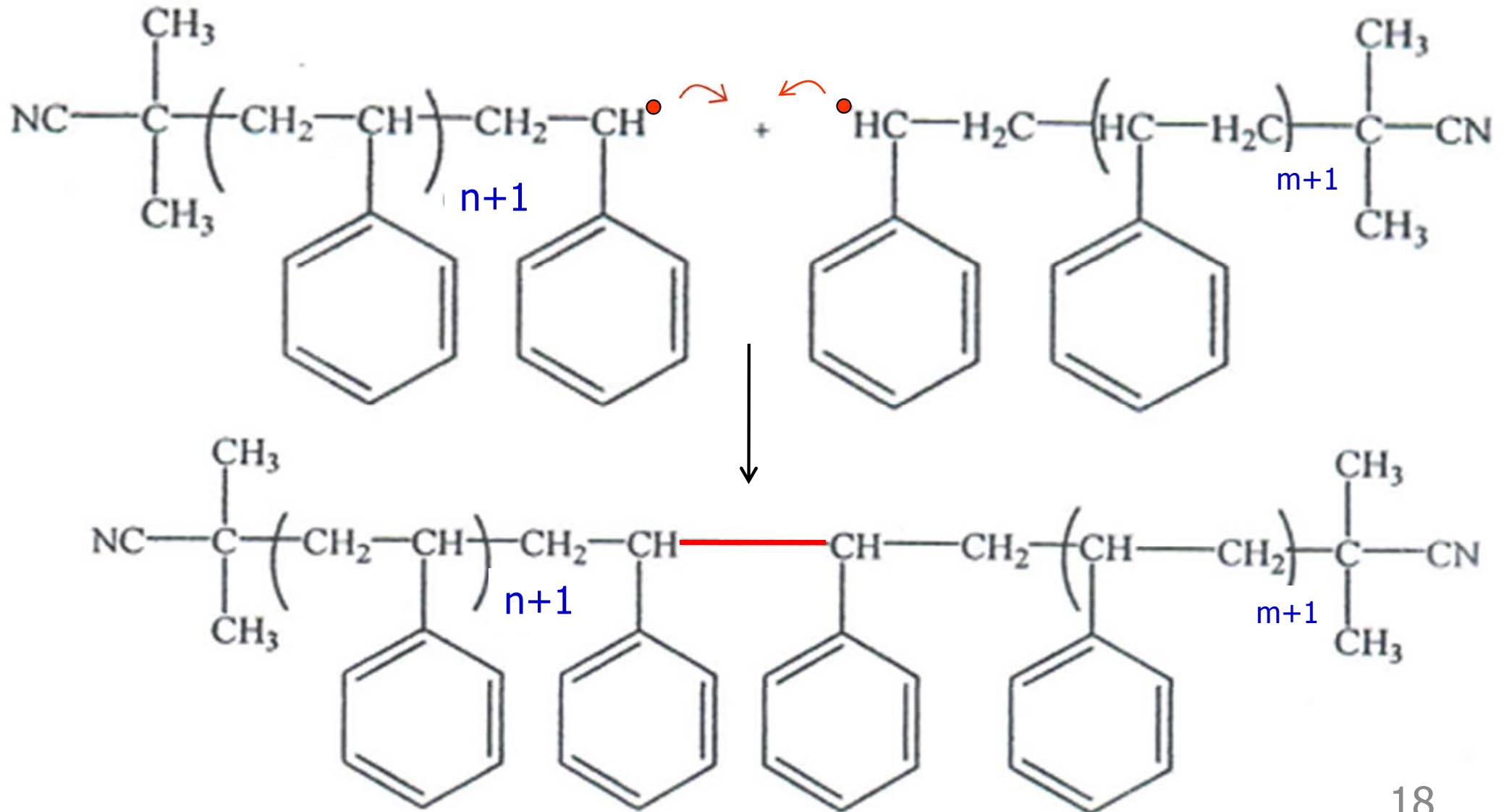


2. ขั้นแพร่ขยาย (propagation step): มอนอเมอร์เข้าทำปฏิกิริยาที่ปลายด้าน reactive เรื่อยๆ ได้พอลิเมอร์ที่สายโซ่ยาวขึ้นอย่างรวดเร็ว

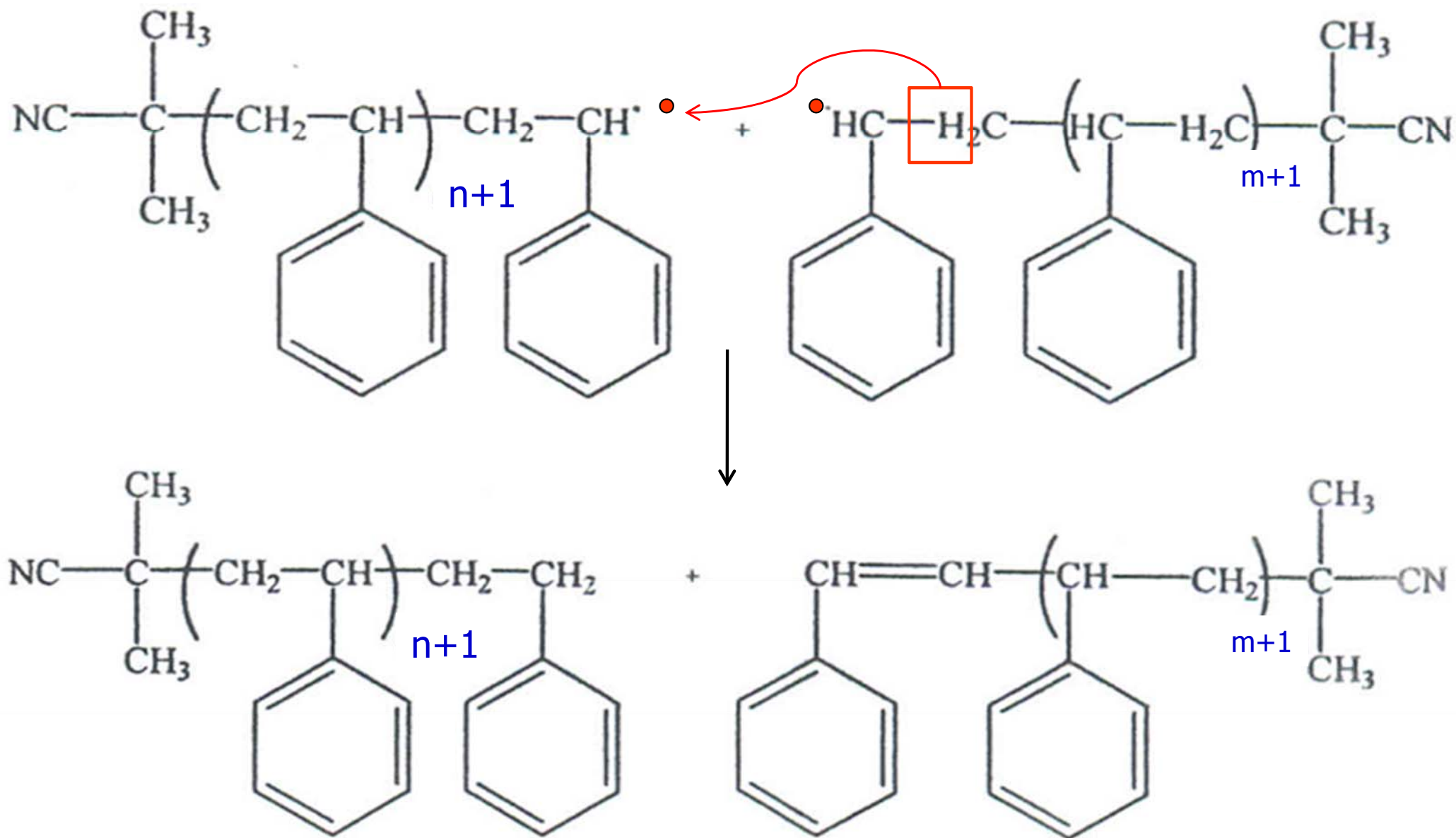


3. ขั้นสิ้นสุด (termination step): โมเลกุลที่มีส่วน reactive เข้าทำปฏิกิริยากันได้พอลิเมอร์อย่างสมบูรณ์

3.1 Combination

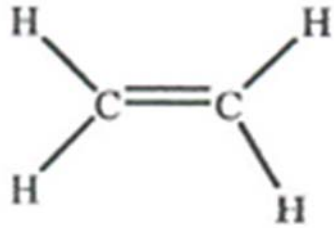


3.2 Disproportionation

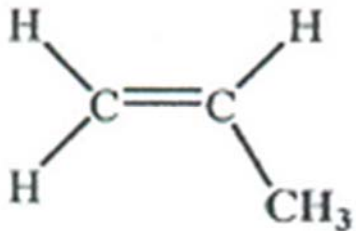


การอ่านชื่อพอลิเมอร์

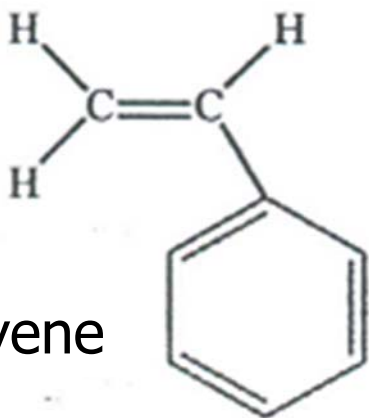
Vinyl polymers



Ethylene



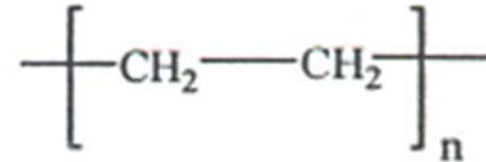
Propylene



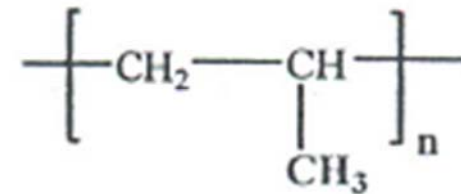
Styrene

พอลิเมอร์
จากปฏิกิริยา
แบบเติม
: เติม **poly**
ข้างหน้า
ชื่อมอนอเมอร์

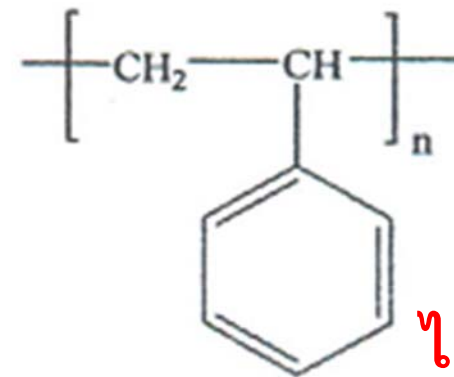
พันธะคู่ 1 พันธะ



Polyethylene

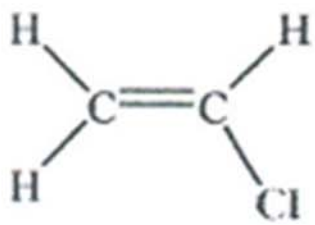


Polypropylene

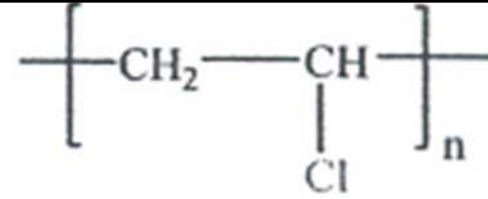


Polystyrene

ไม่มีพันธะคู่

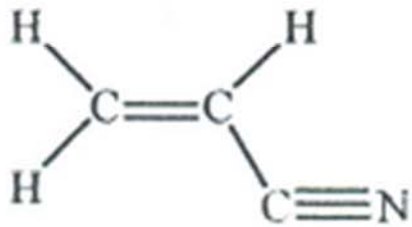


Vinyl chloride

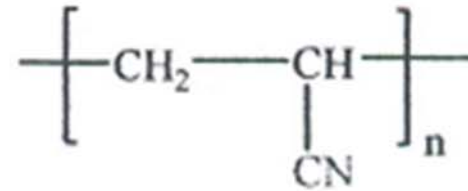


Polyvinyl chloride

เห็นสูตรมอนอเมอร์
บอกสูตรพอลิเมอร์
ได้?

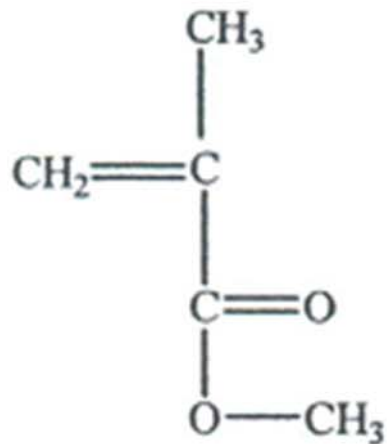


Acrylonitrile

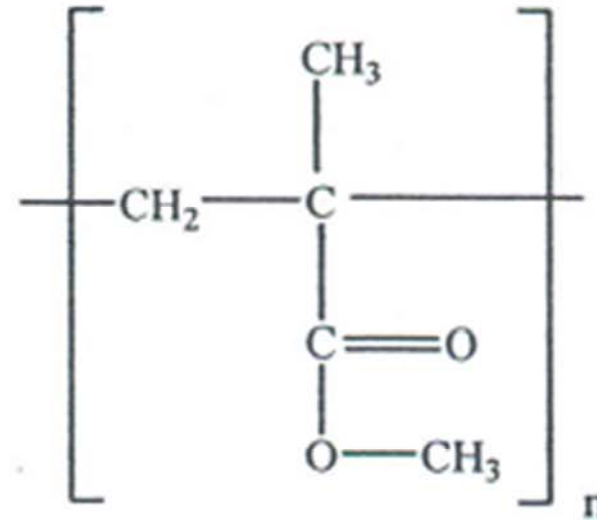


Polyacrylonitrile

เห็นสูตรพอลิเมอร์
บอกสูตรมอนอเมอร์
ได้?



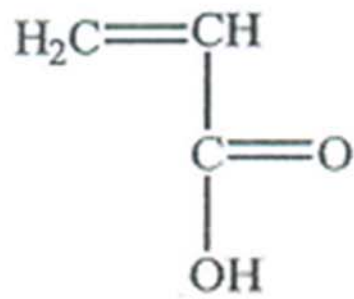
Methylmethacrylate



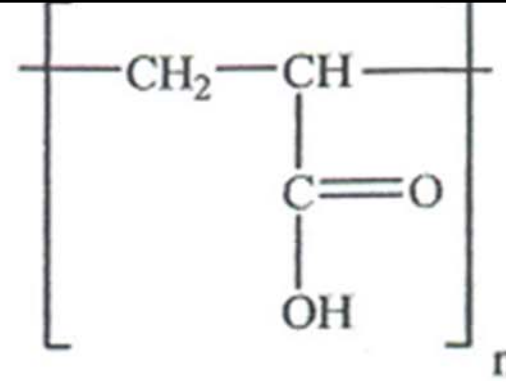
Poly(methylmethacrylate)

พันธะคู่ 1 พันธะ

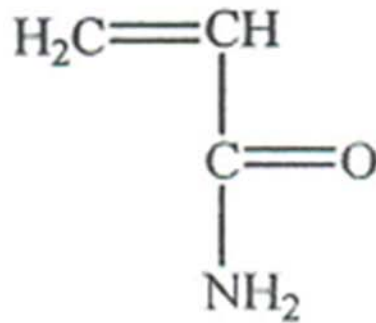
ไม่มีพันธะคู่



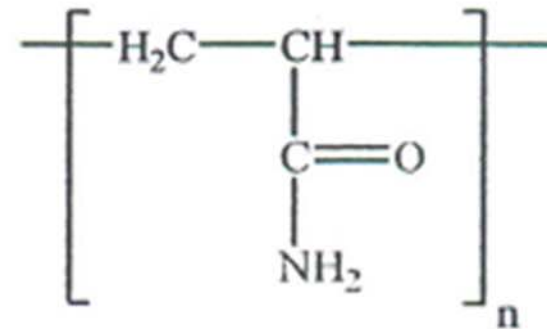
Acrylic acid



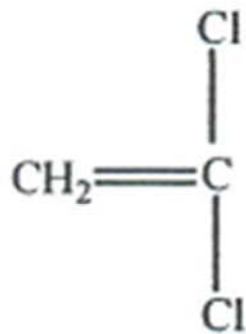
Poly(acrylic acid)



Acrylamide

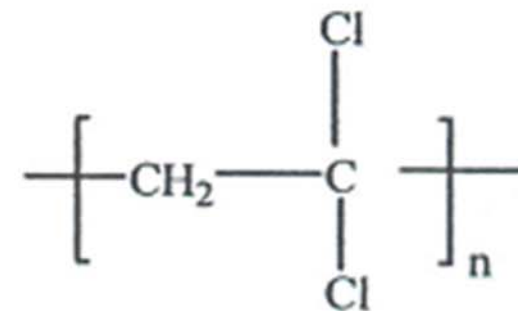


Polyacrylamide



Vinylidene chloride

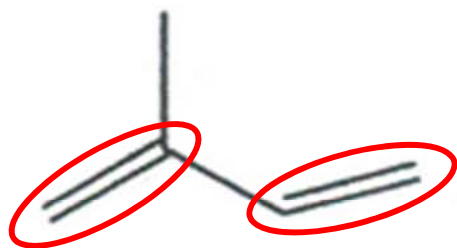
พันธะคู่ 1 พันธะ



Poly(vinylidene chloride)

ไม่มีพันธะคู่

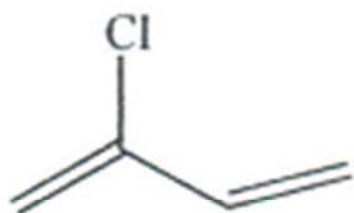
Diene polymers



Isoprene



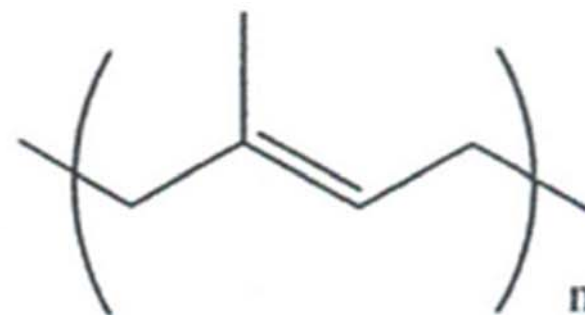
Butadiene



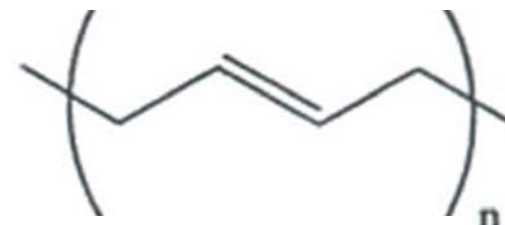
Chloroprene

พันธะคู่ 2 พันธะ

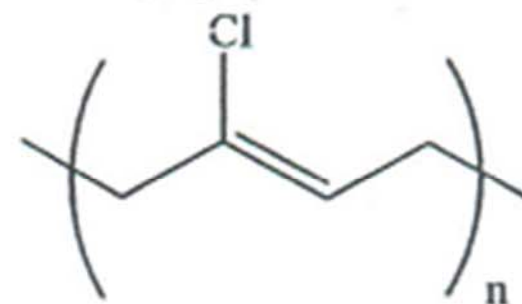
diene



1,4-Polyisoprene



Polybutadiene

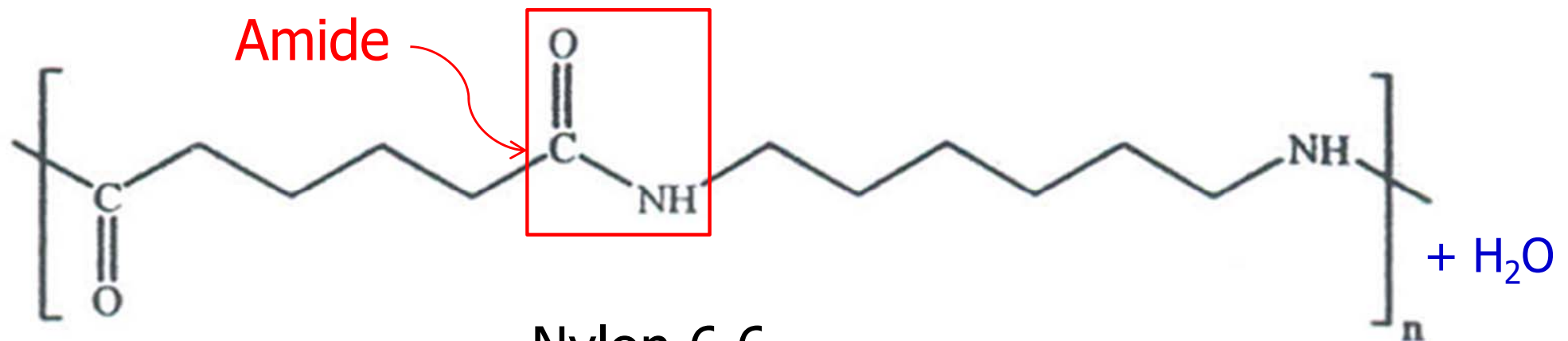
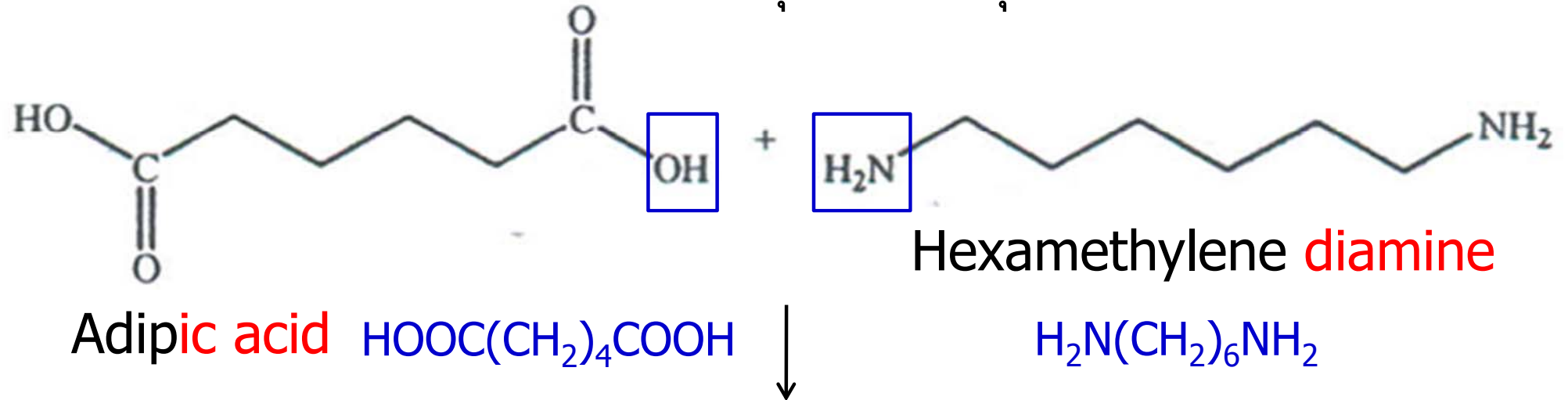


Polychloroprene

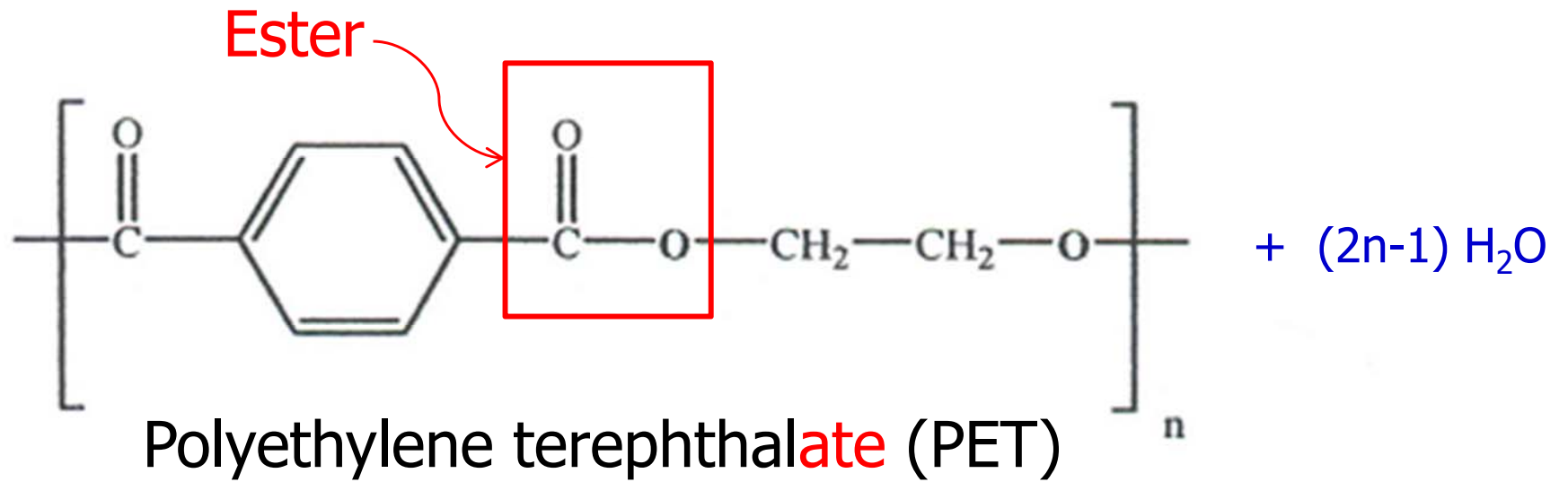
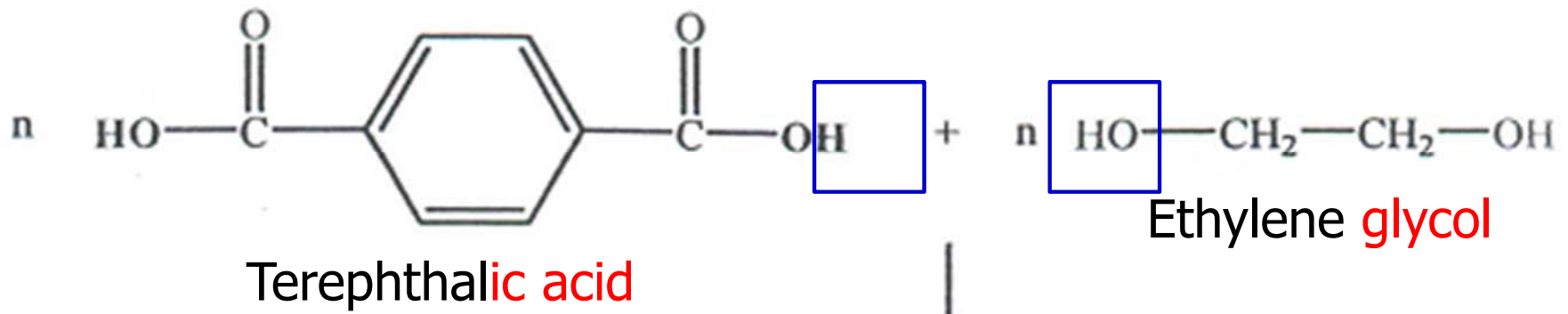
พันธะคู่ 1 พันธะ

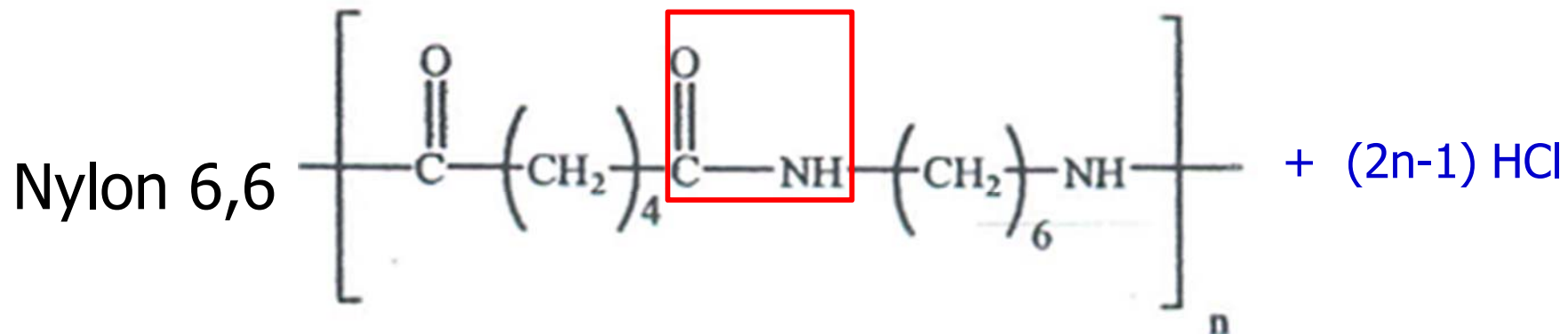
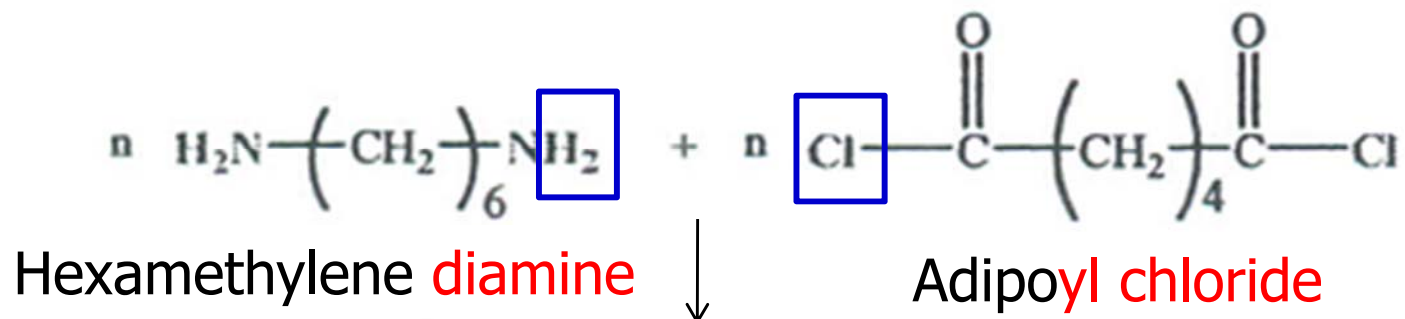
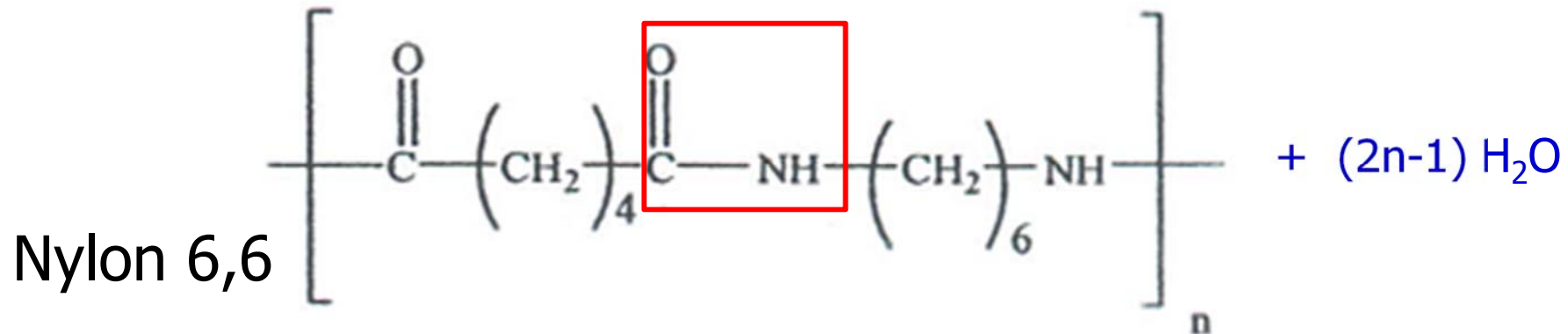
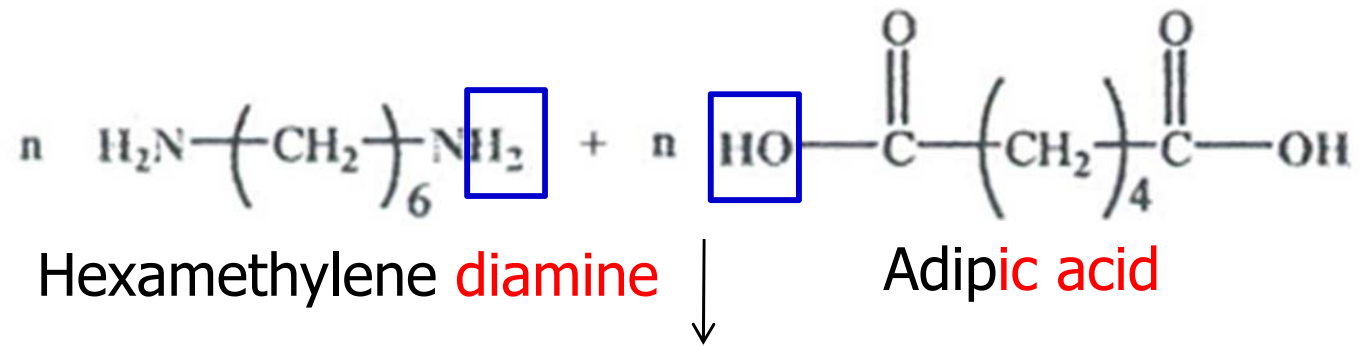
2. พอลิเมอร์จากปฏิกิริยาการควบแน่น/แบบขั้น

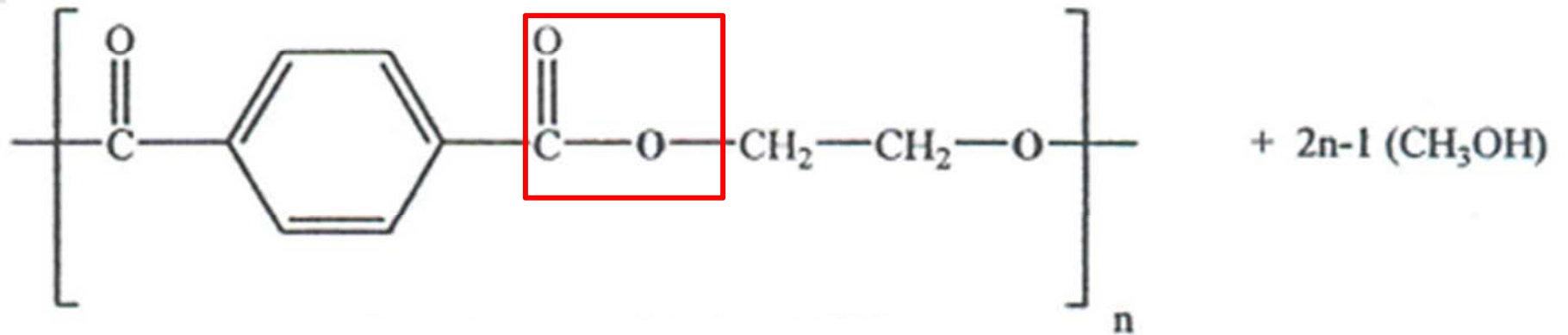
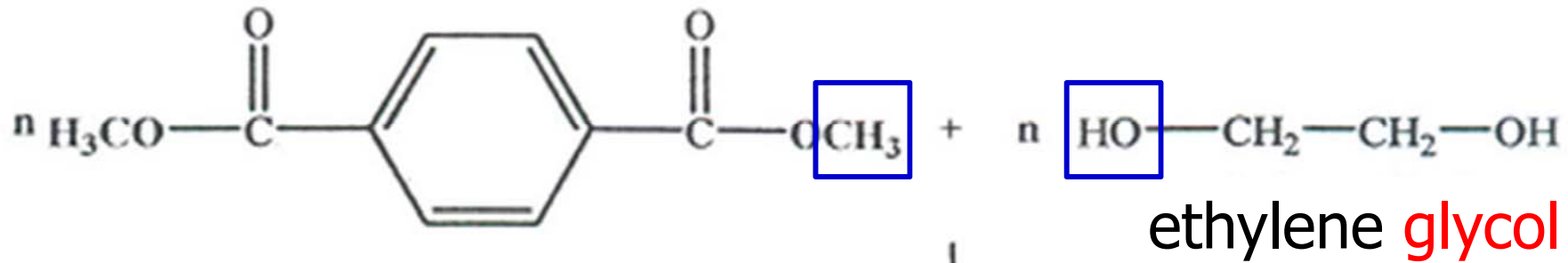
เกิดจากการทำปฏิกิริยาของหมู่ฟังก์ชันของมอนอเมอร์ แล้วควบแน่นให้สารโมเลกุลเล็กหลุดออกมา



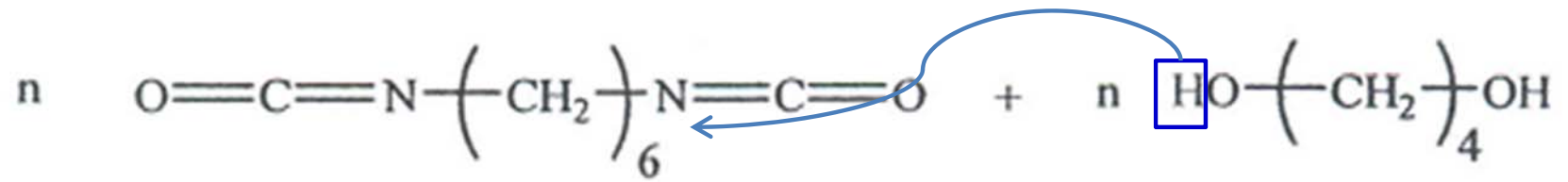
หรือ poly(hexamethylene adipamide)





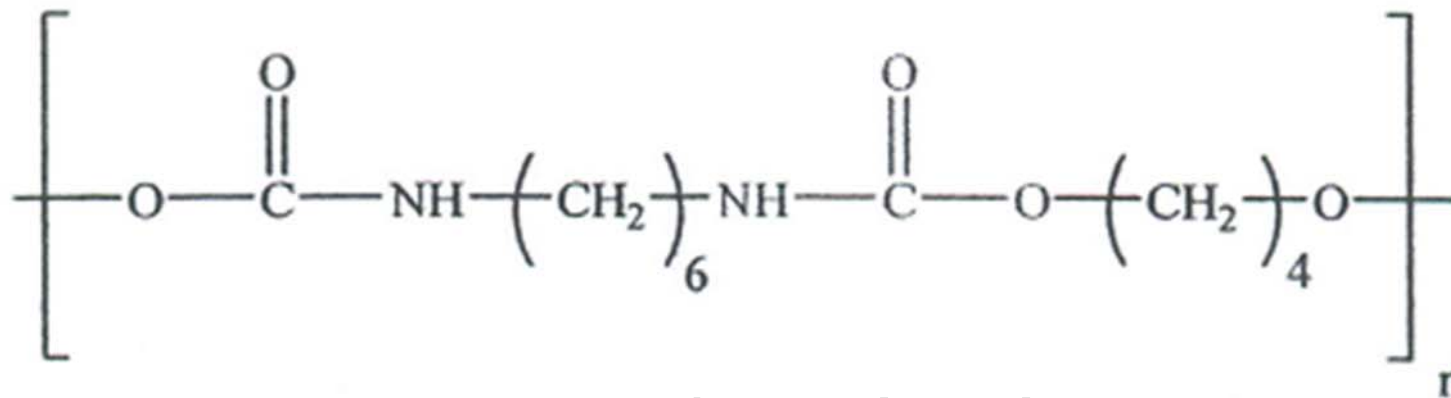


Polyethylene terephthalate
(PET) หรือ polyester

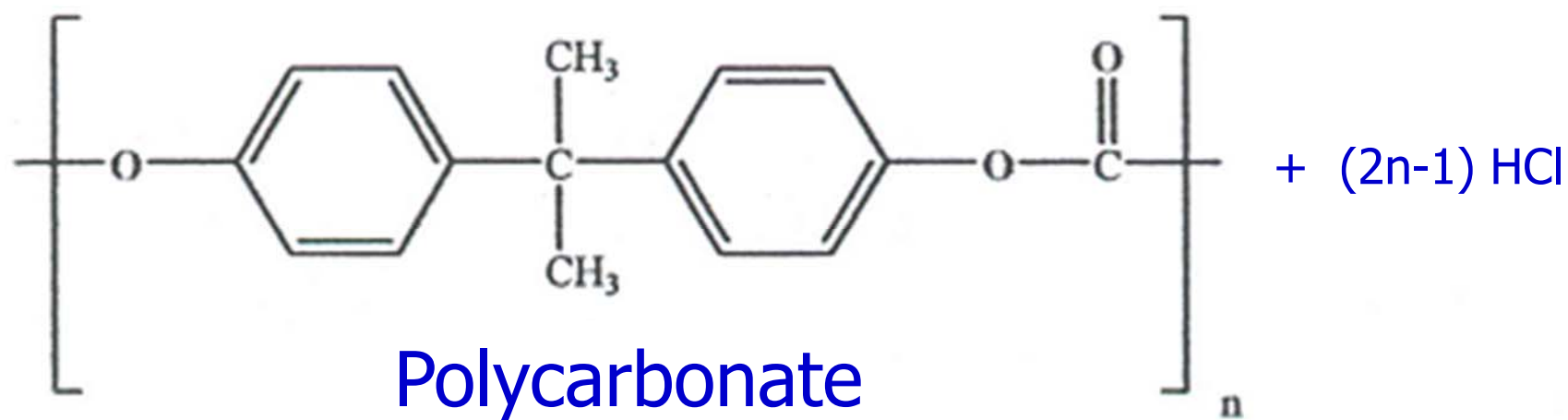
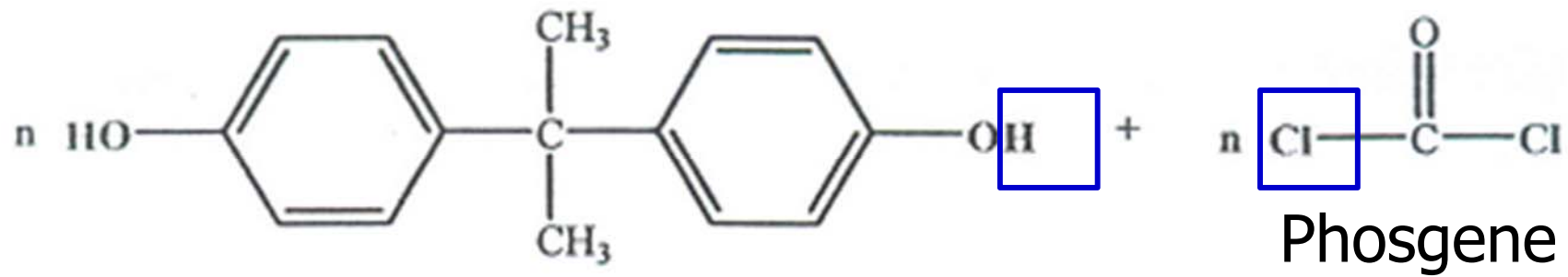


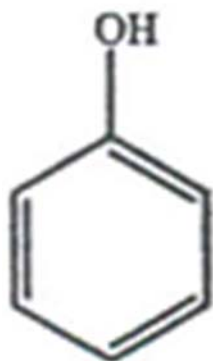
Hexamethylene diisocyanate

1,4-butane diol



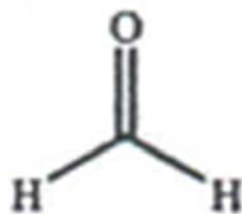
Polyurethane (PUR)





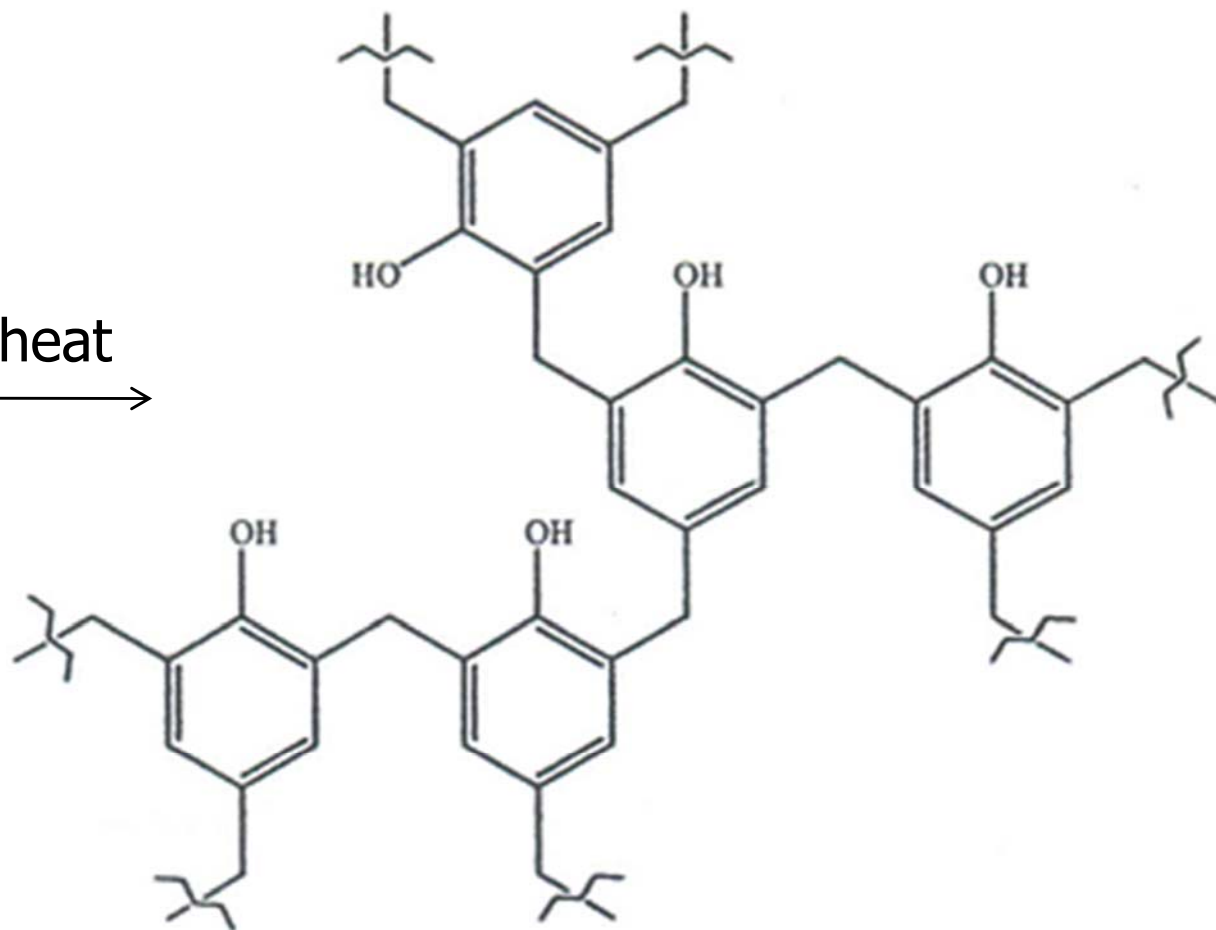
Phenol

+



Formaldehyde

heat
→



phenolic resin or Bakelite

Phenol formaldehyde/
Phenolic resin/Bakelite

จำแนกประเภทของพอลิเมอร์ตาม พฤติกรรมที่ได้รับความร้อน

1. เทอร์โมพลาสติก (thermoplastic)



โมเลกุลพอลิเมอร์^{ไหล}ได้
เนื่องจากความร้อน และ
ความร้อนทำให้พอลิเมอร์
หลอมเหลวขึ้นรูปใหม่
(^{recycle}) ได้

2. เทอร์โมเซต (thermoset)



ความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยากลายเป็น
พอลิเมอร์แข็ง เกิดเป็นโครงร่างตาข่าย
ความร้อนที่ให้เพิ่มอีก ไม่ทำให้พอลิเมอร์
หลอมเหลวแต่เกิดการขาดออก
ของโมเลกุล

จำแนกประเภทของพอลิเมอร์ ตามลักษณะการใช้งาน

- พลาสติก
- เส้นใย
- อีลาสโตเมอร์
- สีและกาว

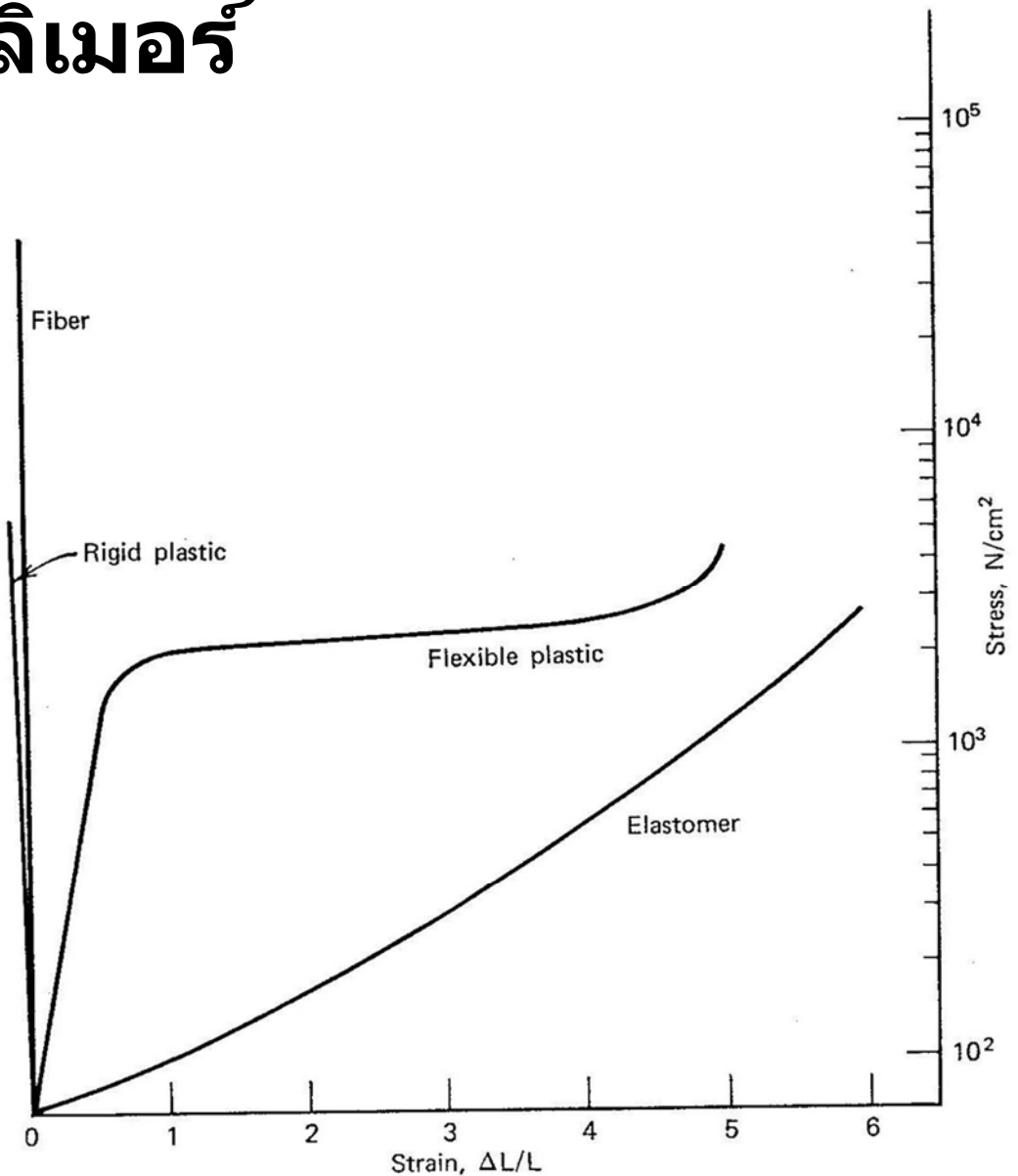
พลาสติกที่สำคัญ



เทอร์โม-
พลาสติก
PET, PE,
PVC, PP, PS

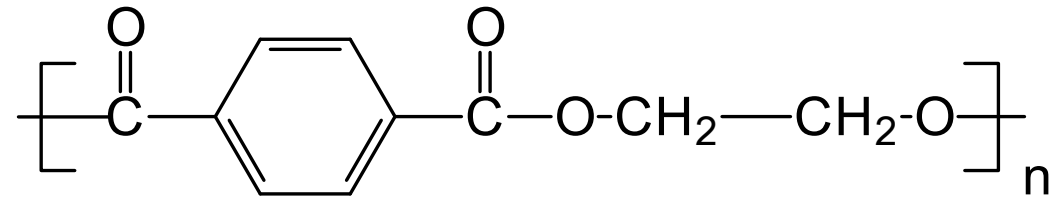


เทอร์โมเซต
PF, UF, MF,
Epoxy, PUR



พอลิเอทิลีนเทอเรพทาเลต

Polyethylene
terephthalate (PET)

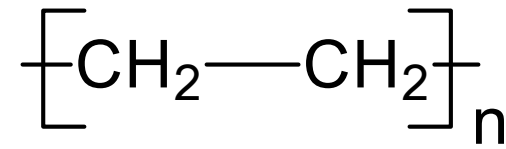


สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
- แข็ง	- ชิ้นส่วนในเครื่องจักร
- ใส	- ชิ้นส่วนในเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี	- ขวดน้ำ ขวดน้ำมันพืช - ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ
- เป็นฉนวนที่ดี	- ขวดน้ำยาล้างจาน - เฟอ์นิเจอร์
- รีไซเคิลได้	- รั้วบ้าน

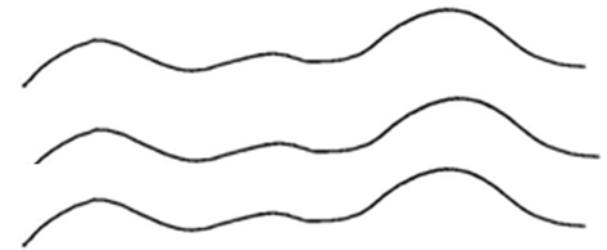


พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE)

High Density
Polyethylene

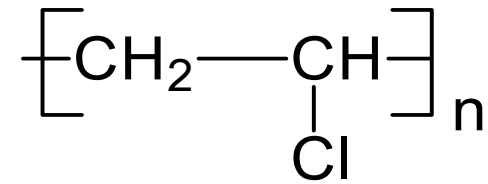


สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
- ยืดหยุ่น	- ถังหิ้ว ขวดน้ำดื่ม
- ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดี	- ถังน้ำ
- รีไซเคิลได้	- ขวดใส่น้ำยาซักผ้า
	- ลังพลาสติก
	- ไม้เทียมทำรั้ว
	- และม้านั่งสนาม



พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC)

Polyvinylchloride

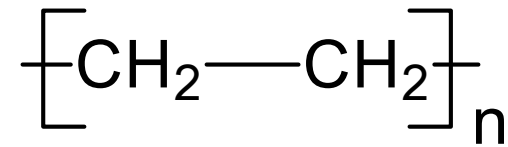


สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
- แข็งแรง	- ท่อน้ำ ข้อต่อ
- ทนสารเคมี	- กรอบประตูหน้าต่างต่าง
- ทำหลายนสี	- ประตู
- ทนน้ำ	- กระจาเป่าหนัง สายยาง
- ไร้ไซเคิลได้	- หุ้มเบาะรถยนต์
	- เสื่อกันฝน

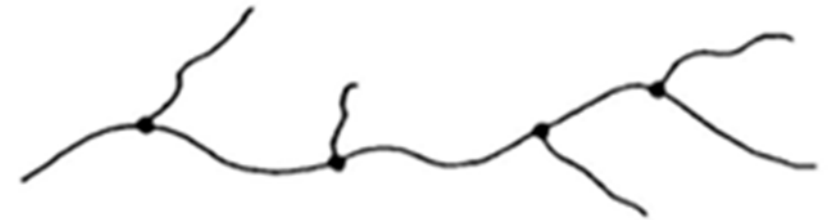


พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LDPE)

Low Density
Polyethylene

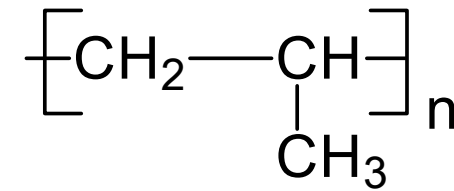


สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
-ยืดหยุ่น	-ถุงเย็น
-เหนียว	-อาหารแช่แข็ง
-ไม่มีสี	-ถุงดำใส่ขยะ
-ไม่มีกลิ่น	-ถุงหิ้ว
-รีไซเคิลได้	-ถังขยะ
	-กระเบื้องปูพื้น
	-แท่งไม้เทียม



พอลิพรอพิลีน (PP)

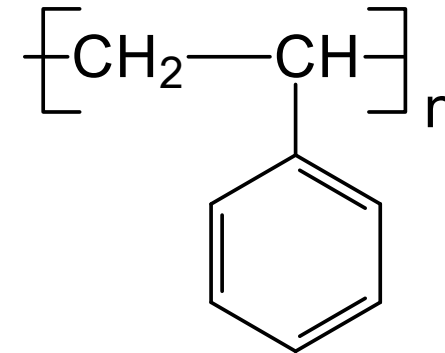
Polypropylene



สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
-ความยืดหยุ่นสูง	-ตู้วิทยุ โทรทัศน์
-ทนความร้อนได้สูง (140 °C)	-ถุงร้อนใส
-ทนสารเคมี	-ขวดใส่เครื่องปรุงอาหาร
-รีไซเคิลได้	

พอลิสไตรีน (PS)

Polystyrene



สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
-ขึ้นรูปง่าย	-โฟม (กล่อง จาน ถ้วย)
-พิมพ์สีและลาย ได้ ทนสารเคมี	- ขาดใส่เครื่องปรุง อาหาร
-ใช้งานได้ ในช่วง-10 ถึง 80°C	
-รีไซเคิลได้	



หลัก 3R (4R)



REPAIR



Phenol formaldehyde (PF, Phenolic resin)

สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
- แข็งแต่เปราะ	- ด้ามจับหุ้มมือ
- ทนความร้อนที่ 200 °C	- ด้ามจับหุกระตะ
- โครงสร้างเป็นร่างแห	- ภาดบรรจุสารเคมี



Urea formaldehyde (UF)

สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
- แข็งแต่เปราะ	- สวิตช์ ปลั๊กไฟ
- ทนความร้อน เป็นฉนวน	- ถ้วยชาม
- โครงสร้างเป็นร่างแห	พลาสติก
- ทนน้ำมัน	



Malamine formaldehyde (MF)

สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
- แข็งแต่เปราะ	- ฟอรัไมกา
- ทนความร้อน เป็นฉนวน	- ถ้วยชาม
- โครงสร้างเป็นร่างแห	พลาสติก



Epoxy

สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
- ตัวเชื่อมประสาน	- กาว
- ทนน้ำ ทนสารเคมี	- หุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้า
- เป็นฉนวน	เช่น หม้อแปลงไฟ
- โครงสร้างเป็นร่างแห	



Polyurethane (PUR)

สมบัติ

- ตัวเชื่อมประสาน
- ทนน้ำ ทนสารเคมี
- เป็นฉนวน
- โครงสร้างเป็น
ร่างแห

ผลิตภัณฑ์

- เบาะเก้าอี้
- โฟมในตุ้ยน
- ส่วนประกอบเรือ



2. เส้นใย (Fibers)

1. เส้นใยธรรมชาติ ได้จากธรรมชาติ เช่น ป่าน ฝ้าย ไหม ขนแกะ



2. เส้นใยประดิษฐ์

- **เส้นใยสังเคราะห์** ได้จากพอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น ไนลอน พอลิเอสเตอร์ เส้นใยแก้ว อะคริลิก เคฟลาร์ เส้นใยคาร์บอน
- **เส้นใยรีเจนเนอเรต** เป็นเส้นใยธรรมชาติที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือเคมี (ปรุ่่งแต่่ง) เช่น เซลลูโลสอะซิเตต วิสคอสเรยอน เทนเซลล์

เส้นใย

สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
-ปั่นเป็นเส้นด้ายได้	-เครื่องนุ่งห่ม
-ขึ้นรูปเป็นผ้าได้	-เครื่องนอน
	-เฟอร์นิเจอร์
	-ส่วนประกอบในรถยนต์



3. อีลาสโตเมอร์ (Elastomer/Rubber)

สมบัติ

- เปลี่ยนแปลงรูปร่างได้เมื่อมีแรงกระทำ
- คืนตัวสู่สภาพเดิมเมื่อหยุดให้แรง

ประเภทของยาง

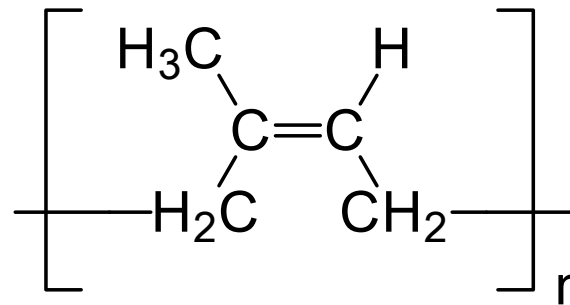
1. **ยางธรรมชาติ** ได้จากธรรมชาติ เช่น ยางพารา
2. **ยางสังเคราะห์** ได้จากการสังเคราะห์ เช่น พอลิไอโซพรีน ยางบิวทาไดอีน

สาเหตุของการสังเคราะห์ยาง

- ขาดแคลนยางธรรมชาติในสมัยสงคราม
- ราคายางไม่แน่นอน
- ความต้องการยางสมบัติพิเศษ เช่น ทนน้ำมัน ทนความร้อน

ยางธรรมชาติ (Natural rubber)

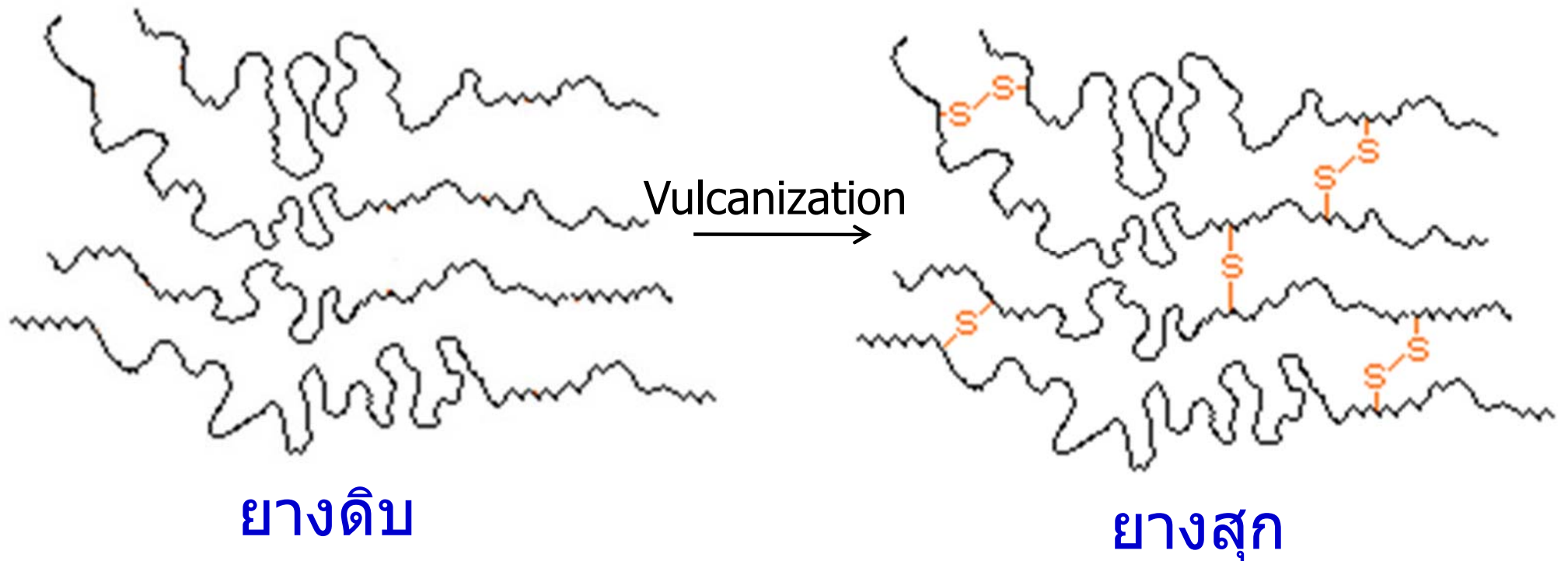
cis-1,4-polyisoprene



ไม่มีขั้ว

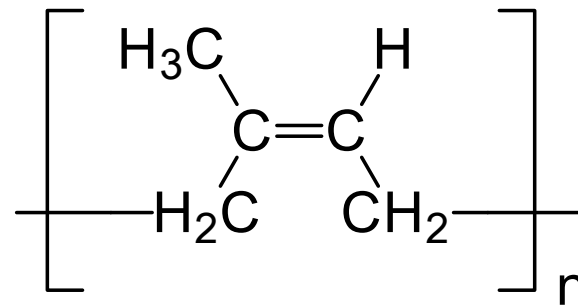
สมบัติ	ผลิตภัณฑ์
-ไม่มีขั้ว ละลายในตัวทำละลายไม่มีขั้ว เช่น น้ำมัน เบนซีน	-ยางรถยนต์
-เกิดผลึกได้ที่อุณหภูมิต่ำ	-พื้นรองเท้า
-สมบัติทางเชิงกลสูง (ทนต่อแรงดึง การฉีกขาด การขีดสี)	-ท่อยาง
-ไม่ทนความร้อน สภาพภูมิอากาศ	-สายพานลำเลียง
	-ฟองน้ำ
	-ถุงมือยาง ลูกโป่ง

Vulcanization เป็นการเชื่อมขวางโมเลกุลยางด้วยซัลเฟอร์



ยางสุกหรือยางคงรูป เพิ่มสมบัติการทนความร้อน
ความยืดหยุ่น ไม่ละลายในตัวทำละลาย จะแค่บวมตัว (swell)

ยางไอโซพรีน (cis-1,4-polyisoprene)



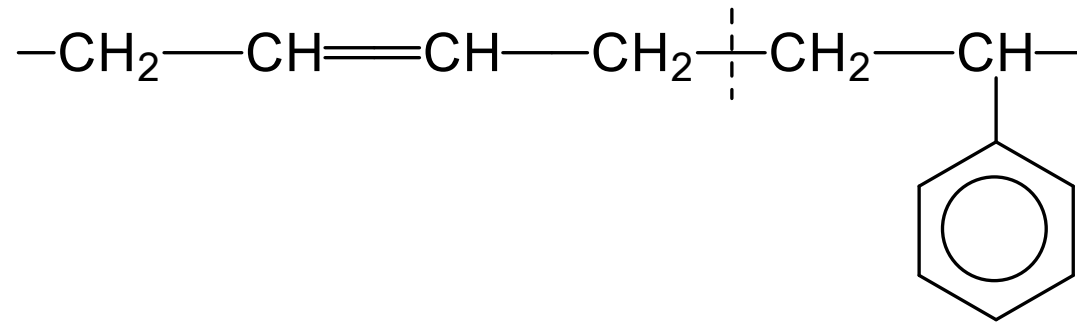
สมบัติ

- ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Ziegler-Natta
- โมเลกุลมีความเป็นระเบียบ
- สมบัติทางเชิงกลต่ำกว่ายางธรรมชาติเล็กน้อย
- คุณภาพสม่ำเสมอ มีสีขาว

ผลิตภัณฑ์

- ยางห้วนม
- อุปกรณ์การแพทย์

ยางสไตรีน-บิวทาไดอีน (SBR)



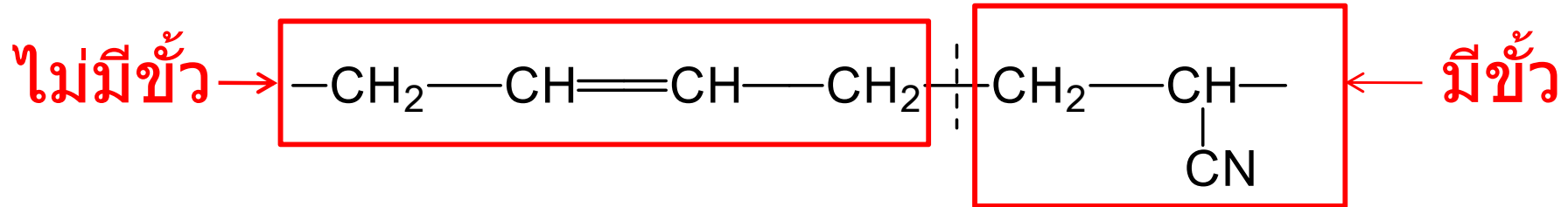
สมบัติ

- เป็นโคพอลิเมอร์แบบสุ่ม
(ขาดความเป็นระเบียบ)
- MW ไม่สูงมาก ควบคุมความหนืดได้ง่าย
- ทนการขัดสีดีกว่ายางธรรมชาติ
- ทนต่อแรงดึงได้น้อยกว่ายางธรรมชาติ

ผลิตภัณฑ์

- สายพาน
- พื้นรองเท้า
- ท่อยาง
- ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

ยางไนไตรล์ (Nitrile Butadiene Rubber, NBR)



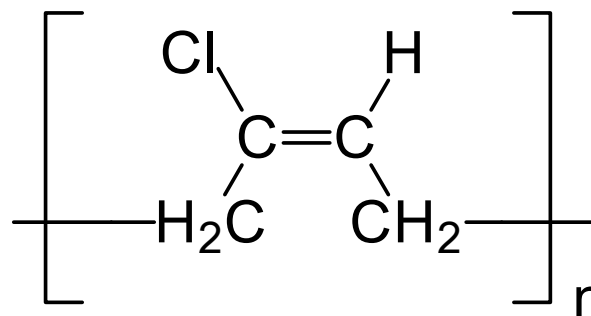
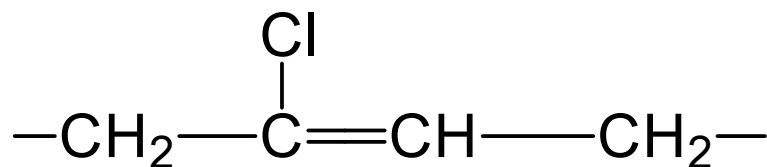
สมบัติ

- มีไนไตรล์ 20-50% จึงเป็นยางมีขั้ว
- ทนต่อน้ำมัน ตัวทำละลายไม่มีขั้ว
- ทนต่อแรงดึงต่ำ (**ไม่มีผลึก**)
- ความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับยาง SBR

ผลิตภัณฑ์

- ปะเก็นน้ำมัน
- โอริง
- ยางเชื่อมต่อ
- สายพาน ท่อลำเลียงน้ำมัน

ยางคลอโรพรีน (Chloroprene Rubber, CR)



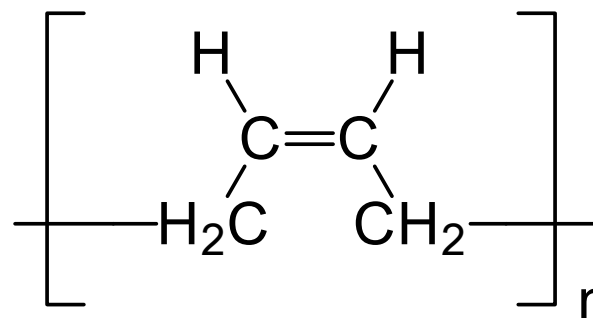
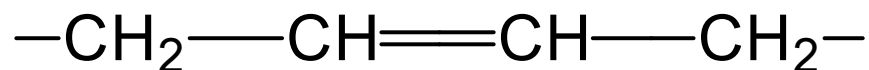
สมบัติ

- โมเลกุลมีความเป็นระเบียบ
- ตกผลึกได้ ความทนต่อแรงดึงสูง
- ความทนต่อการฉีกขาดสูง
- ความทนต่อการขีดถูสูง
- ทนน้ำมัน สภาพอากาศ ไม่ติดไฟ

ผลิตภัณฑ์

- ยางซีล
- ท่อยางเสริมแรง
- ยางพันลูกกลิ้ง
- สายพานยาง ยางกันกระแทก
- ยางขอบหน้าต่าง ขอบหลังคา

ยางบิวทาไดเอิน (Butadiene Rubber, BR)



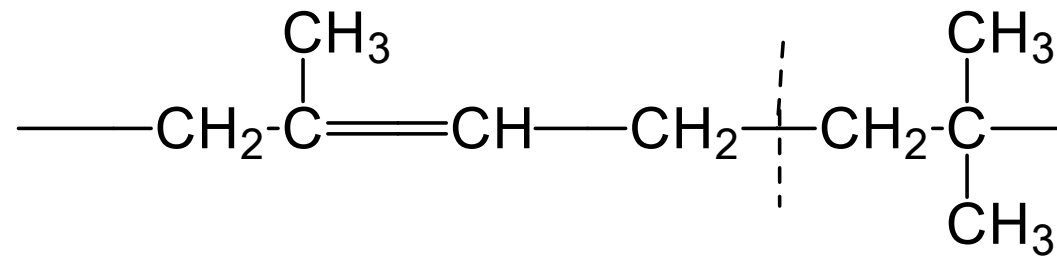
สมบัติ

- โมเลกุลมีความเป็นระเบียบ
- ตกผลึกได้ ความทนต่อแรงดึงสูง
- ความทนต่อการฉีกขาดสูง
- ความทนต่อการขีดถูสูง
- ทนน้ำมัน สภาพอากาศ ไม่ติดไฟ

ผลิตภัณฑ์

- ยางซีล
- ท่อยางเสริมแรง
- ยางพันลูกกลิ้ง
- สายพานยาง ยางกันกระแทก
- ยางขอบหน้าต่าง ขอบหลังคา

ยางบิวไทล์ (Butyl Rubber, BR)



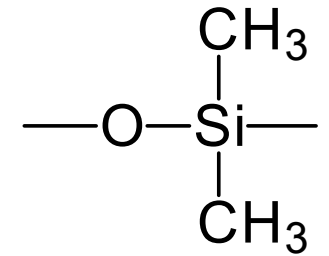
สมบัติ

- โมเลกุลมีความเป็นระเบียบ
- ตกผลึกได้ ความทนต่อแรงดึงสูง
- ความทนต่อการฉีกขาดสูง
- ความทนต่อการขีดถูสูง
- ทนน้ำมัน สภาพอากาศ ไม่ติดไฟ

ผลิตภัณฑ์

- ยางซีล
- ท่อยางเสริมแรง
- ยางพันลูกกลิ้ง
- สายพานยาง ยางกันกระแทก
- ยางขอบหน้าต่าง ขอบหลังคา

ยางซิลิโคน (Silicone Rubber, Q)



สมบัติ

- โมเลกุลประกอบด้วย Si และ O
- ที่ใช้กันมากที่สุด คือ dimethylsiloxane
- ความหนืดและความยืดหยุ่นสูง
- ทนต่อสภาพอากาศ ความร้อน
- สมบัติเชิงกลต่ำและไม่ทนกรดต่าง และตัวทำละลาย

ผลิตภัณฑ์

- ชิ้นส่วนเครื่องบิน
- ฉนวนหุ้มสายเคเบิล
- ชิ้นส่วนรถยนต์
- สายพานยาง ยางกันกระแทก
- ยางขอบหน้าต่าง ขอบหลังคา

แบ่งพอลิเมอร์ตามการนำไปใช้ประโยชน์

1. พลาสติก **โภคภัณฑ์**
(commodity application):

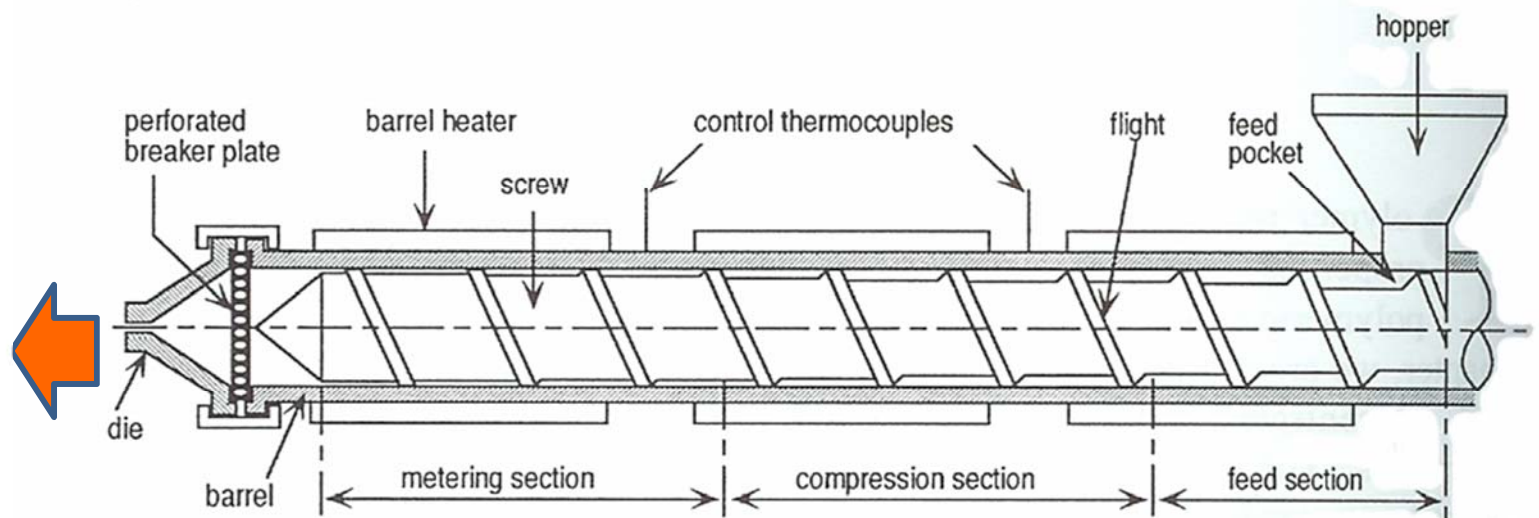
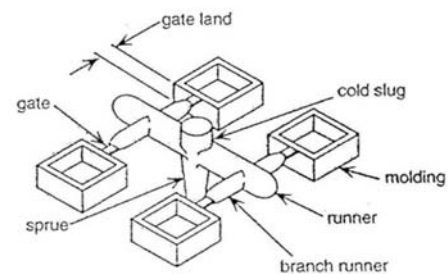
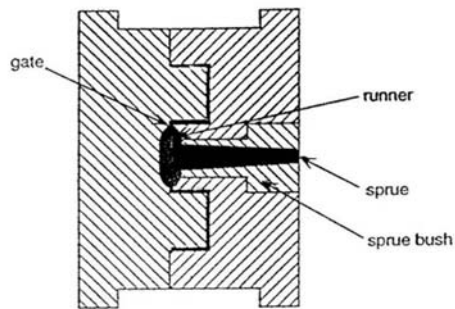
ผลิตและใช้กันเป็น
จำนวนมาก ส่วนใหญ่
เป็นเทอร์โมพลาสติก
เช่น PE PP PVC PS
PET

2. พลาสติก **วิศวกรรม**
(engineering application):

ผลิตและใช้เฉพาะด้าน
ที่ต้องการสมบัติเชิงกลสูง
เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์
เครื่องบิน ยานอวกาศ
งานโครงสร้าง หรือ
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

คุณสมบัติเด่นของพอลิเมอร์เหนียววัสดุอื่น

- ☀ สามารถขึ้นรูปได้ง่าย
- ☀ ขึ้นรูปที่ซับซ้อนได้
- ☀ ทำให้มีสีส่นได้ตามต้องการ
- ☀ น้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแรง
- ☀ ทนต่อสารเคมีและการกัดกร่อน
- ☀ พอลิเมอร์ส่วนใหญ่เป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่นำความร้อน
- ☀ พอลิเมอร์ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสมบัติของพอลิเมอร์ขึ้นกับโครงสร้างของมัน



พลาสติกกับสิ่งแวดล้อม

พลาสติกทำให้เกิดปัญหาขยะล้นเมือง เนื่องจาก

- พลาสติกเป็นวัสดุที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย
- พลาสติกคือพอลิเมอร์ซึ่งมีโมเลกุลยาว ย่อยสลายยากในธรรมชาติ



เรียนรู้นอกห้องเรียน

Visit : <http://www.kodung.com/play?vid=Y8kwEjbfBh3O9rC>

กบนอกกะลา ตอนพลาสติก นวัตกรรมเปลี่ยนโลก

<http://video.mthai.com/player.php?id=9M1186251149M0>

กบนอกกะลา ตอนยางรถยนต์

www.science.mju.ac.th/chemistry