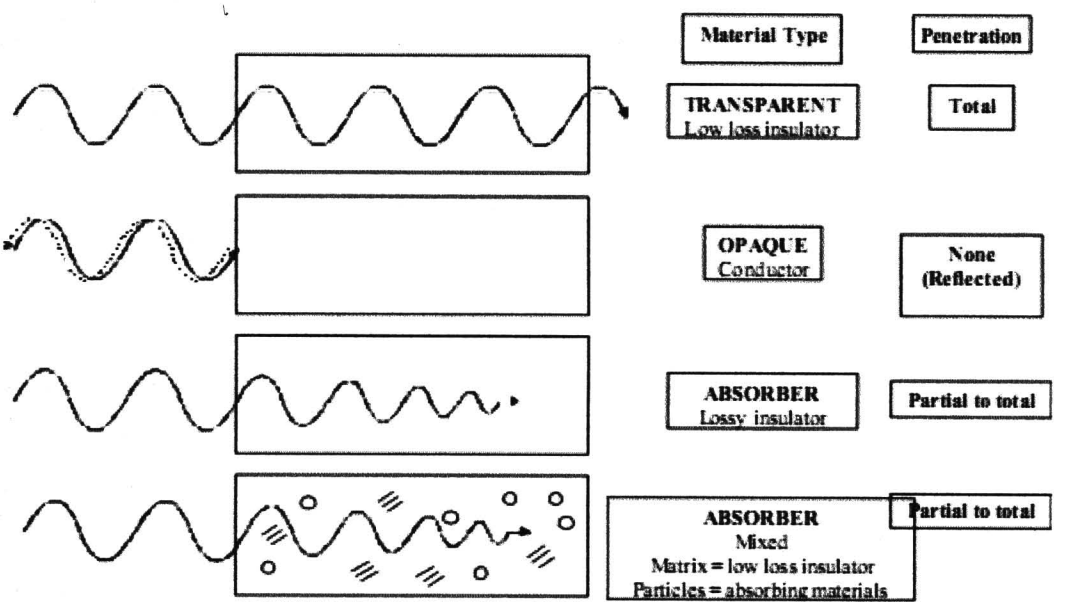
บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 Microwave

2.1.1 Microwave radiation[12]

คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ในช่วง 0.3-300 GHz หรือมีความยาวคลื่นในช่วง 1m ถึง 1 mm ซึ่งมีหลายคำที่ใช้เรียกคลื่นในช่วงนี้เช่น UHF หรือ EHF คลื่นไมโครเวฟมีคุณสมบัติที่เป็นไปตามกฎของแสงซึ่งสามารถเคลื่อนผ่านตัวกลาง ถูกดูดกลืน และสะท้อน ตามลักษณะของตัวกลาง ดังรูปที่ 2.1

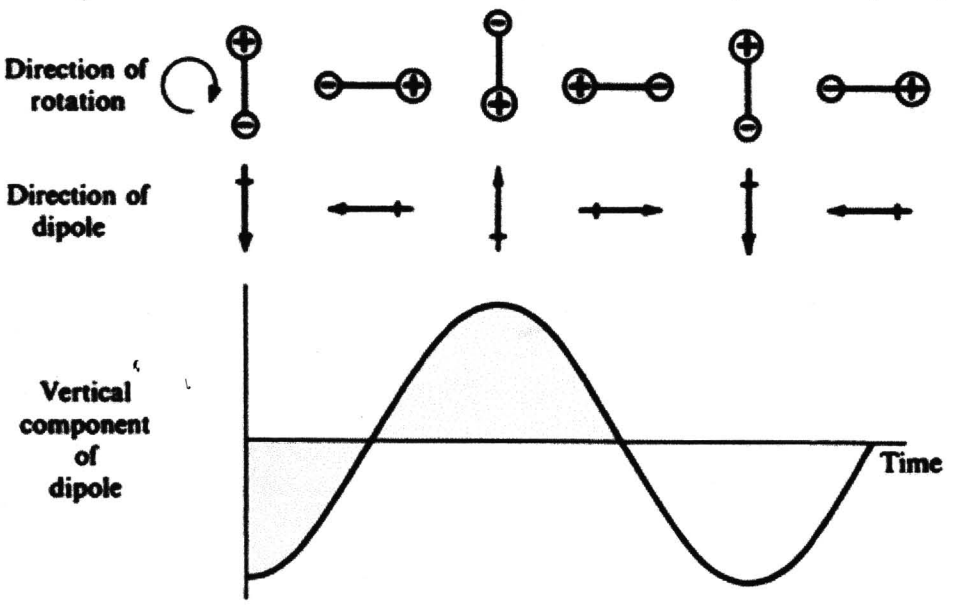


รูปที่ 2.1 ผลที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่น Microwave เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางชนิดต่างๆ

การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟนั้นแตกต่างกับการให้ความร้อนโดยตรง การให้ความร้อนของคลื่นไมโครเวฟนั้นจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นกับตัวสารเอง ขณะที่การให้ความร้อนโดยตรงเป็นการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกให้กับตัวสาร ดังนั้นการให้ความร้อนของคลื่นไมโครเวฟจึงสามารถทำให้สารได้รับความร้อนอย่างรวดเร็วและทั่วถึงภายในตัวสาร นอกจากนี้ชนิดของสารยังมีผลต่อปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น

การให้ความร้อนของคลื่นไมโครเวฟแบ่งได้ 2 ส่วนหลัก

1. Dipolar polarization เกิดในสารที่เป็นไดอิเล็กทริกทั่วไปส่วนมากก็คือ ตัวทำละลายต่างๆ เช่น น้ำ เมื่อโมเลกุลของน้ำซึ่งเป็นไดโพลได้รับคลื่นไมโครเวฟจะเกิดการหมุนของโมเลกุล ดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงการหมุนของ Dipole ในสนามไฟฟ้า

เมื่อโมเลกุลเกิดการหมุนย่อมทำให้เกิดการชนและเสียดสีกันและเกิดความร้อนขึ้น โดยความร้อนประเภทนี้เรียกว่า Dielectric heat

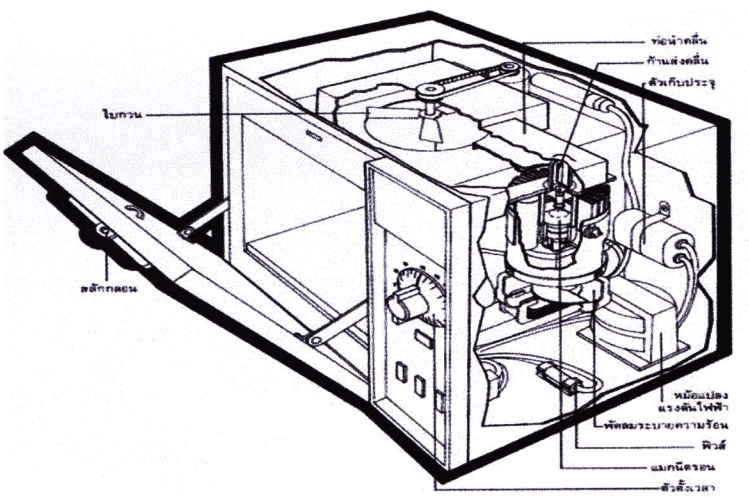
2. Conduction effect เกิดขึ้นเมื่อสารมีการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เช่นการเพิ่มสารไอออนิคลงไปจะทำให้การนำไฟฟ้าเพิ่มส่งผลทำให้เกิดการสูญเสียไดอิเล็กทริกมากขึ้นและเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนทำให้อุณหภูมิของสารสูงขึ้น

2.1.2 เตาอบไมโครเวฟ

เตาอบไมโครเวฟแตกต่างจากเตาหุงต้มอาหารชนิดที่ใช้แก๊สหรือใช้ไฟฟ้าซึ่งเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงหรือพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนแล้วจึงถ่ายเทสู่ภาชนะและอาหารต่อไป ส่วนเตาอบไมโครเวฟจะสร้างคลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ของคลื่นสูงกว่าความถี่ของคลื่นวิทยุธรรมดามาก คือประมาณใกล้เคียงกับความถี่ของคลื่นอินฟราเรด คลื่นไมโครเวฟจะกระตุ้นโมเลกุลของอาหารให้มีการเคลื่อนไหวได้ด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับโมเลกุลของอาหารทำให้โมเลกุลอาหารสั่น 2500 ล้านครั้งต่อ 1 วินาที เมื่อโมเลกุลอาหารดูดกลืนคลื่นไมโครเวฟได้เกือบทั้งหมดเป็นผลให้อาหารร้อนขึ้นได้เร็วกว่าและประหยัดพลังงานกว่าเมื่อใช้เตาอบธรรมดา

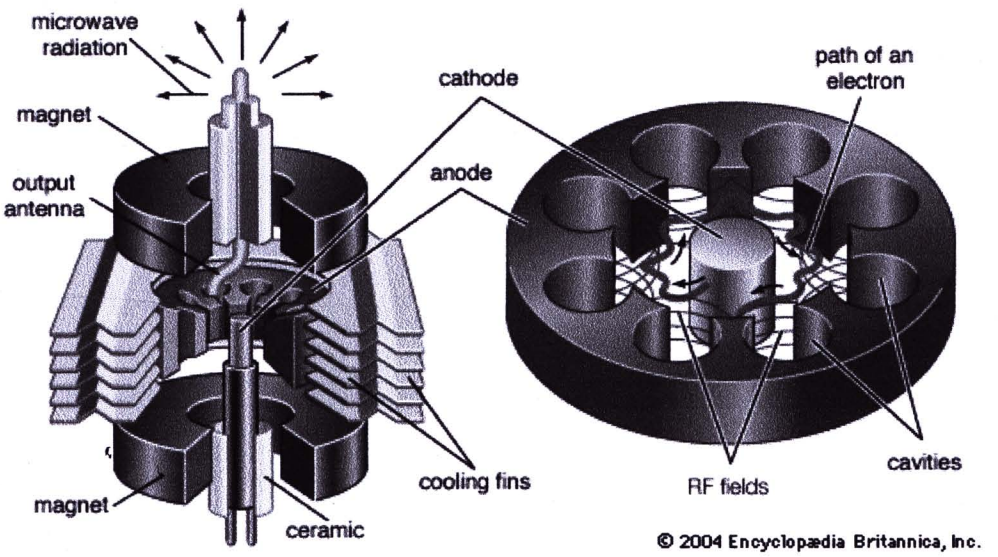
2.1.2.1 ส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ[13]

เตาอบไมโครเวฟ มีตัวตั้งเวลาติดตั้งไว้ด้วยเพื่อควบคุมการทำงานของเตาอบ ซึ่งจะเริ่มทำงานได้ก็ต่อเมื่อประตูเตาปิดสนิทและถูกลงสลักกลอนไว้อย่างปลอดภัยแล้วเท่านั้น กระแสไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ป้อนเข้าสู่ตัวเตาจะถูกแปลงให้มีแรงดันสูงขึ้นจากเดิมประมาณ 30 เท่าด้วยหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าแล้วจึงผ่านไปยังตัวเก็บประจุซึ่งจะทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและป้อนเข้าสู่แมกนีตรอน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวสร้างคลื่นไมโครเวฟขึ้นมา คลื่นจะออกจากแมกนีตรอนผ่านเข้าไปในท่อนำคลื่น (มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า) เพื่อป้อนเข้าสู่ห้องอบต่อไป ที่ปากทางเข้าสู่ห้องอบจะมีอุปกรณ์กลไกคล้าย ๆ พัดลมเรียกว่า “ใบกวน” ทำหน้าที่กวนให้คลื่นสะท้อนไปมาลงสู่ห้องอบและอาหารภายในเตาก็จะดูดกลืนคลื่นเข้าไปทำให้ตัวมันเองสุกได้ พัดลมระบายความร้อนและสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิจะป้องกันไม่ให้แมกนีตรอนมีอุณหภูมิสูงเกินไปส่วนฟิวส์จะป้องกันสภาวะการรับภาระเกินกำลัง (รูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบภายในเตาอบไมโครเวฟ

2.1.2.2 การสร้างคลื่นไมโครเวฟ



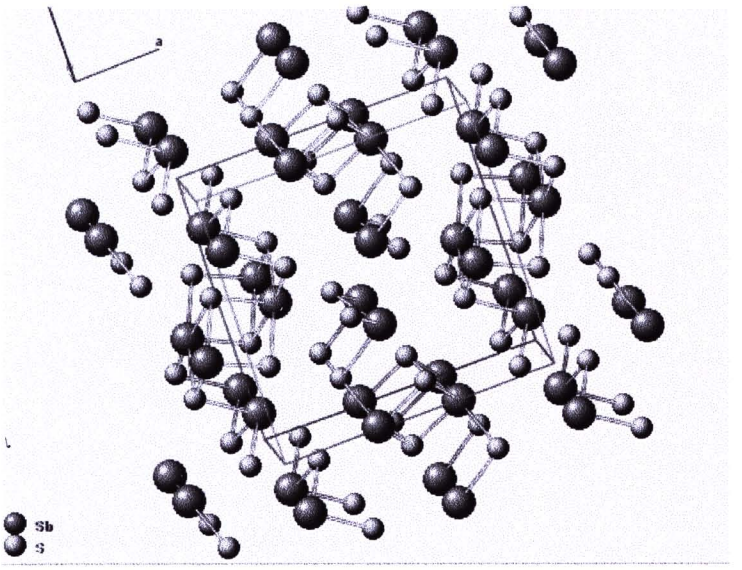
รูปที่ 2.4 แสดงส่วนประกอบของแมกนีตรอน[14]

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ขั้วลบของแมกนีตรอน แมกนีตรอนก็จะปล่อยอนุภาคไฟฟ้าหรืออิเล็กตรอนออกมา อิเล็กตรอนจะวิ่งเข้าหาทรงกระบอกกลวงซึ่งภายในเซาะเป็นร่องยาวไว้ ทรงกระบอกนี้ล้อมอยู่รอบขั้วลบทำหน้าที่เป็นขั้วบวก ขณะเดียวกันสนามแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กประกอบกับลักษณะช่องว่างเป็นร่องยาวจะส่งผลให้เกิดแรงผลักดันอิเล็กตรอนให้วิ่งเป็นวงกลมรอบขั้วลบ เกิดสภาพเหมือนกับมีกระแสไฟฟ้าไหลกลับไปกลับมาอย่างรวดเร็ว ซึ่งผลที่ได้ก็คือจะเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (เส้นที่มีลักษณะเป็นคลื่น) ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาเท่ากัน จากนั้นก้านส่งคลื่นก็จะส่งคลื่นเข้าสู่ท่อนำคลื่นต่อไป (ทิศทางตามลูกศร)

2.1.2.3 การนำคลื่นไมโครเวฟเข้าสู่ห้องอบ

คลื่นไมโครเวฟจะเคลื่อนที่ผ่านท่อนำคลื่นสู่ใบกวน (ใบกวนจะหมุนประมาณ 60 รอบต่อนาที) ซึ่งใบของมันจะทำการสะท้อนคลื่นให้กระจายไปทั่ว ๆ ภายในของห้องอบ นอกจากนั้นคลื่นที่เข้าสู่ห้องอบจะสะท้อนกับผนังภายในของห้องอบโดยรอบ มีผลทำให้คลื่นวิ่งเข้ากระทบอาหารที่อยู่ภายในเตาได้จากหลายๆทิศทางทำให้อาหารสุกได้โดยทั่วถึงกัน และด้วยเหตุที่ว่าโลหะสามารถจะสะท้อนคลื่นชนิดนี้ได้ ดังนั้นภาชนะที่จะใช้ในเตาอบไมโครเวฟต้องเป็นภาชนะที่ทำด้วยแก้ว กระดาษ หรือวัสดุพรุนที่ไม่ใช่โลหะ

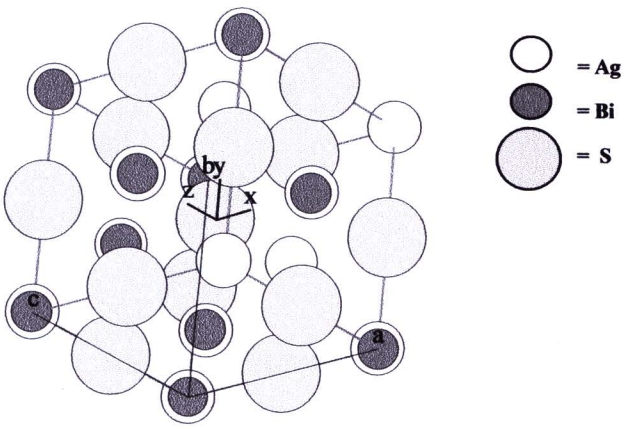
2.2 บิสมัสซัลไฟด์ (Bi_2S_3)



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะโครงสร้างของ บิสมัสซัลไฟด์[15]

เป็นสารกึ่งตัวนำ มีสีเทาอมดำ มีสูตรโครงสร้าง คือ Bi_2S_3 มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 514.16 กรัม Bi_2S_3 (JCPDs code 17-0320) อยู่ในระบบผลึกแบบ orthorhombic มี space group เป็น Pbnm space group number คือ 62 โดยมีสัดส่วนของธาตุเป็น Bi:S = 81.92:18.71 โดยมวล มีค่าคงที่เซลล์ a = 11.1490 อังสตรอม, b = 11.3040 อังสตรอม และ c = 3.9810 อังสตรอม ความหนาแน่นจากการคำนวณเป็น 6.81 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นจากการวัดเป็น 6.78 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาตรเซลล์เท่ากับ 501.72 อังสตรอม^3

2.3 ซิลเวอร์บิสมัสซัลไฟด์ ($AgBiS_2$)

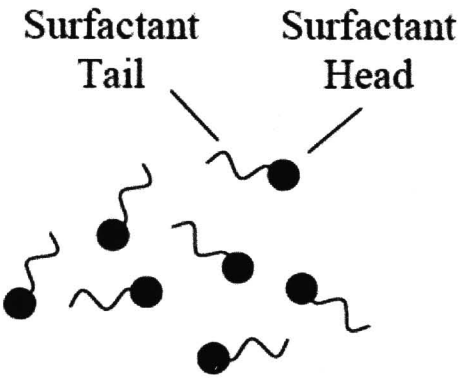


รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะโครงสร้างของ $AgBiS_2$

เป็นสารกึ่งตัวนำ มีสีดำอมแดง มีสูตรโครงสร้าง คือ $AgBiS_2$ มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 392.22 กรัม อยู่ในระบบผลึกแบบ cubic มี space group เป็น Fm3m space group number คือ 225 มีสัดส่วนของธาตุเป็น Ag:Bi:S = 28.31:54.85:16.83 โดยมวล มีค่าคงที่เซลล์ a,b และ c = 5.6460 อังสตรอม มีความหนาแน่นจากการคำนวณเป็น 7.02 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีปริมาตรเซลล์เท่ากับ 179.98 อังสตรอม[3]

2.4 Surfactant[16]

คำว่า surfactant มาจากคำเต็มว่า "surface active agent" surfactant โดยส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ที่เป็นสารพวก amphiphilic คือสารที่มีทั้งส่วนมีขั้วที่ละลายลายน้ำได้ และส่วนของ long-chain hydrocarbon ดังรูปที่ 2.7 ดังนั้น surfactant จึงสามารถละลายได้ในตัวทำละลาย น้ำและสารละลาย organic surfactant มีคุณสมบัติในการช่วยลดแรงตึงผิวของน้ำและช่วยในการรวมตัวกันระหว่างสารที่มีขั้วและไม่มีขั้วโดยลดแรงตึงผิวระหว่างกัน



รูปที่ 2.7 แสดงส่วนประกอบของ Surfactants โดยวงกลมสีดำแสดงถึง ส่วนหัวของ Surfactants (ส่วนที่ละลายน้ำได้) และเส้นโค้งแสดงถึงส่วนหาง (ส่วนที่ละลายน้ำไม่ได้)

surfactant สามารถแบ่งได้โดยชนิดของประจุที่ส่วนหัวได้แก่ anionic surfactant คือมีประจุรวมที่ส่วนหัวเป็นลบ cationic surfactant มีประจุรวมที่ส่วนหัวเป็นบวก zwitterionic surfactant เป็น surfactant ที่มีส่วนหัวสองส่วนคือส่วนที่มีประจุเป็นบวกและส่วนที่มีประจุเป็นลบ และ nonionic surfactant คือประจุรวมที่ส่วนหัวเป็นกลาง

ตัวอย่าง Surfactant ในแต่ละชนิด

Anionic surfactant

- sodium dodecyl sulfate (SDS), ammonium lauryl sulfate, alkyl sulfate salts
- sodium laureth sulfateหรือ sodium lauryl ether sulfate (SLES)
- alkyl benzene sulfonate
- soaps, or fatty acid salts

Cationic surfactant

- cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) , hexadecyl trimethyl ammonium bromide, alkyltrimethylammonium salts
- cetylpyridinium chloride (CPC)
- polyethoxylated tallow amine (POEA)
- benzalkonium chloride (BAC)
- benzethonium chloride (BZT)
- N-cetylpyridinium chloride

Zwitterionic (amphoteric) surfactant

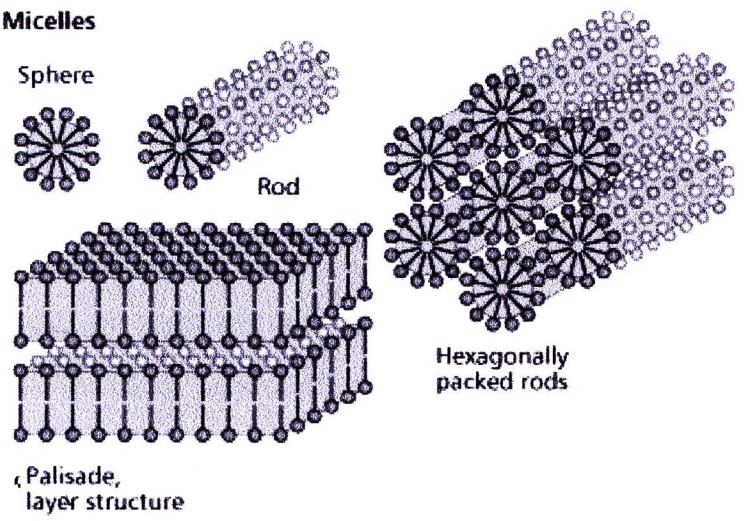
- dodecyl betaine
- dodecyl dimethylamine oxide
- cocamidopropyl betaine
- coco ampho glycinate

Nonionic surfactant

- alkyl poly (ethylene oxide)
- alkyl polyglucosides
- octyl glucosides
- fatty alcohols
- cetyl alcohol
- oleyl alcohol

เมื่อ surfactant รวมตัวกับสารละลายตั้งต้นและตัวถูกละลายแล้วทั้งหมดรวมเรียกว่า micelles การเกิดขึ้นของ micelles จะเกิดขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ surfactant มีค่าสูงกว่าค่า critical micelle concentration (CMC) เมื่อ micelles เกิดขึ้นในสารละลายตั้งต้นที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ส่วนหางก็จะเกิดการฟอร์มลักษณะของส่วนที่ไม่ละลายน้ำคล้ายหยดน้ำมันเป็นแกนและส่วนหัวที่มีขั้วก็จะฟอร์มตัวกันเป็นเปลือกภายนอกละลายอยู่ในน้ำแต่ถ้า micelles เกิดขึ้นสารละลายไม่มีขั้วจะถูกเรียกว่า reverse micelles โดยที่เป็นหัวจะกลายเป็นแกนแทน ส่วนหางก็จะละลายอยู่ในสารละลายไม่มีขั้ว และลักษณะของ micelles มีได้หลายรูปแบบ ได้แก่ ทรงกลม ทรงกระบอก หรือเป็นแผ่น ซึ่งลักษณะของ micelles ขึ้นอยู่กับชนิดของ surfactant, สารละลาย, อุณหภูมิ, ความเข้มข้นของ surfactant, ส่วนผสมของ surfactant เช่น มี surfactant หลายชนิด, ชนิดของตัวถูกละลาย และ pH เมื่อ micelles เกิดการเกาะตัวใน 1 มิติจะได้ลักษณะการเกาะตัวของ micelles เป็นทรงกระบอก แต่ถ้าเกาะตัวใน 2 มิติจะได้ลักษณะการเกาะตัวของ micelles เป็นแผ่น ความเข้มข้นของ surfactant มีผลทำให้รูปร่าง micelles ต่างกันเช่น ความเข้มข้นของ surfactant มากกว่า CMC อาจเกิดการเกาะตัวของ micelles ทรงกระบอกหรือเกาะตัวเป็นแผ่น micelles แต่ถ้าความเข้มข้นของ surfactant น้อยกว่า CMC อาจเกิดการเกาะตัวของ micelles ทรงกลมขึ้น[17]

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย



รูปที่ 2.7 แสดงรูปร่างของ micelles แบบต่างๆ[18]

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 21 ส.ค. 2554
เลขทะเบียน 242972
เลขเรียกหนังสือ