

## สบู่และสารซักฟอก (Soap and Detergent)

# 4

### จุดประสงค์

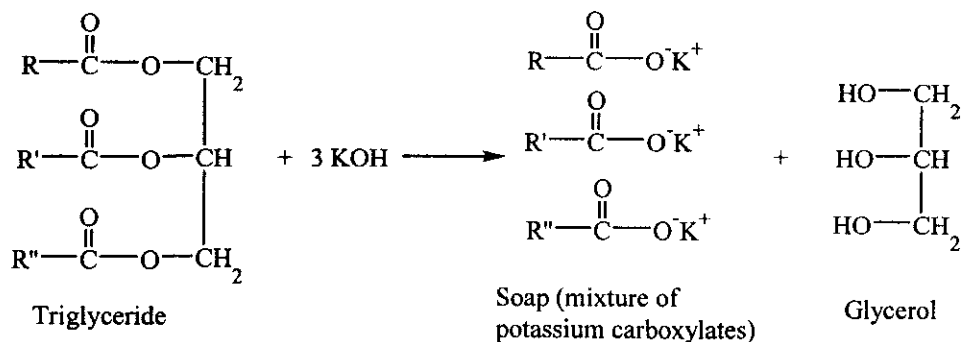
1. เพื่อศึกษาปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชันของลิพิด
2. เพื่อเตรียมสบู่และทดสอบสมบัติของสบู่
3. เพื่อแยกกรดไขมันโดยการทำปฏิกิริยากับกรดของสารละลายสบู่
4. เพื่อศึกษากระบวนการทำความสะอาดสิ่งสกปรกของสบู่และสารซักฟอกในน้ำกระด้างและน้ำอ่อน

### ทฤษฎี

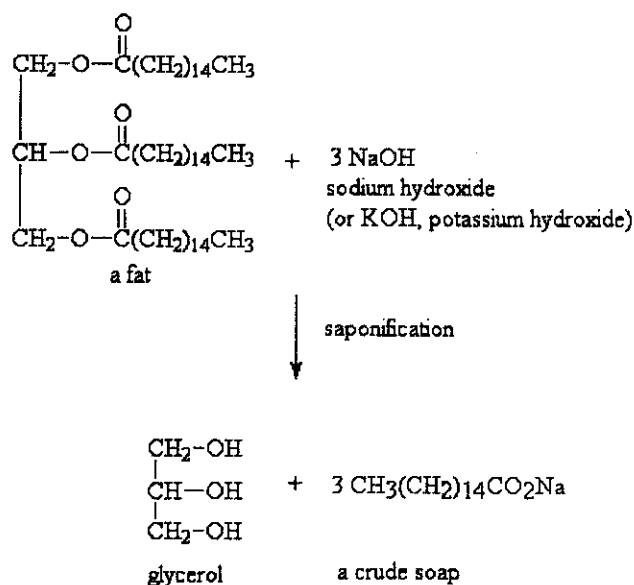
สบู่และสารซักฟอก (Soap and Detergent) จัดเป็นสารประกอบที่เตรียมได้จากปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชันของไขมันหรือน้ำมันกับเบสแก่ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ โดยมีกลีเซอรอลเป็นสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการทำสบู่ที่มีมาแต่โบราณนั้น จะนำไขมันของสัตว์มาต้มกับน้ำด่างหรือน้ำขี้เถ้า (มีโซเดียมไฮดรอกไซด์ประกอบอยู่) เมื่อเย็นลงจะได้ของแข็งรวมตัวอยู่ข้างบนเป็นสบู่ที่สามารถในการทำความสะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำอ่อน (ไม่มีแคลเซียมไอออนอื่น)

ไตรกลีเซอไรด์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลใหญ่ ที่สามารถเกิดปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชันกับเบส ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นกลีเซอรอลและเกลือของกรดไขมัน (สบู่) ดังสมการ

## สบู่และสารซักฟอก



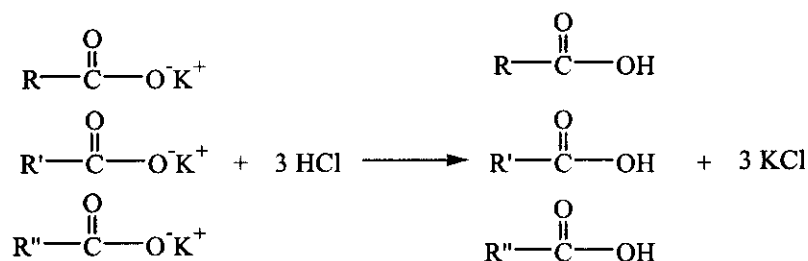
ตัวอย่างเช่น



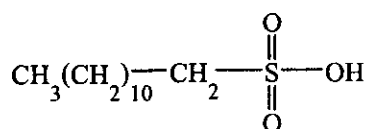
สบู่เป็นเกลือที่ประกอบด้วยสองส่วนได้แก่ ส่วนของคาร์บอกซิเลตไอออนและ ส่วนของแคตไอออนที่มีวาเลนซ์เป็นหนึ่ง (ที่มาจากกรดไขมันที่อยู่ในไตรกลีเซอไรด์) แต่ละส่วนจะมีผลต่อลักษณะและสมบัติของสบู่ คาร์บอกซิเลตไอออนมีผลต่อการละลายของสบู่ สบู่ที่เป็นเกลือโพแทสเซียม (Potassium soap) ของกรดไขมัน ละลายได้ดีและรวดเร็วกว่าสบู่ที่เป็นเกลือโซเดียม (Sodium soap) ของกรดไขมัน ดังนั้นสบู่ที่เป็นเกลือโพแทสเซียมจึงมักถูกใช้ทำสบู่เหลวและครีมโกนหนวด นอกจากนี้แล้วผลของกรดไขมันแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบในไตรกลีเซอไรด์ก็มีผลเช่นเดียวกัน สบู่ที่

ได้จากกรดไขมันชนิดอิ่มตัว เช่น น้ำมันหมู ไขสัตว์ จะแรงกว่าสบู่ที่ได้จากกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะกอก

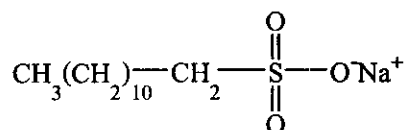
สบู่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเจือจางของกรดไฮโดรคลอริกได้กรดไขมัน



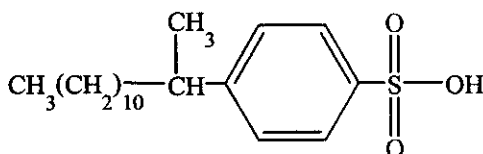
การสังเคราะห์สารซักฟอก (Detergent) แตกต่างจากสบู่คือ สารซักฟอกเป็นสารประกอบเกลือของโซ่ยาวกรดแอลคิลซัลฟูริก(alkyl sulfuric acid) หรือกรดแอลคิลเบนซีนซัลฟูริก (alkylbenzenesulfonic acid) แทนที่จะเป็นส่วนกรดคาร์บอกซิลิก



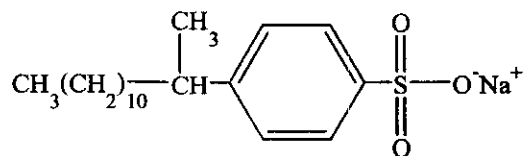
An alkyl sulfuric acid



An alkyl sulfate salt (a detergent)



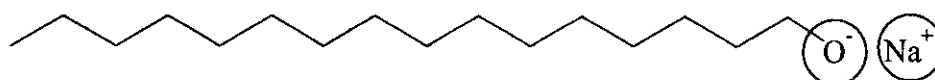
An alkylbenzenesulfonic acid



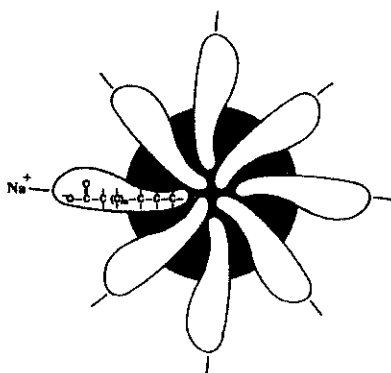
An alkylbenzenesulfonate salt (a detergent)

ทั้งสบู่และสารซักฟอกต่างก็มีโครงสร้างที่มีหมู่ฟังก์ชันที่สามารถกำจัดไขมัน และสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ออกไปได้ สิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับเส้นใยนั้นมักจะถูกห่อหุ้มที่ผิวด้วยไขมัน (ลิพิดจากผิวหนัง) เมื่อสบู่หรือสารซักฟอกสามารถกำจัดเยื่อหุ้มลิพิดนี้ออกไปได้ ความสกปรกก็จะถูกชักล้างออกไปด้วย

เนื่องจากมีโครงสร้างโมเลกุลมีทั้งส่วนที่มีขั้วและไม่มีขั้วอยู่ในโครงสร้าง เช่น  
เกลือของโซเดียมของกรดไขมัน

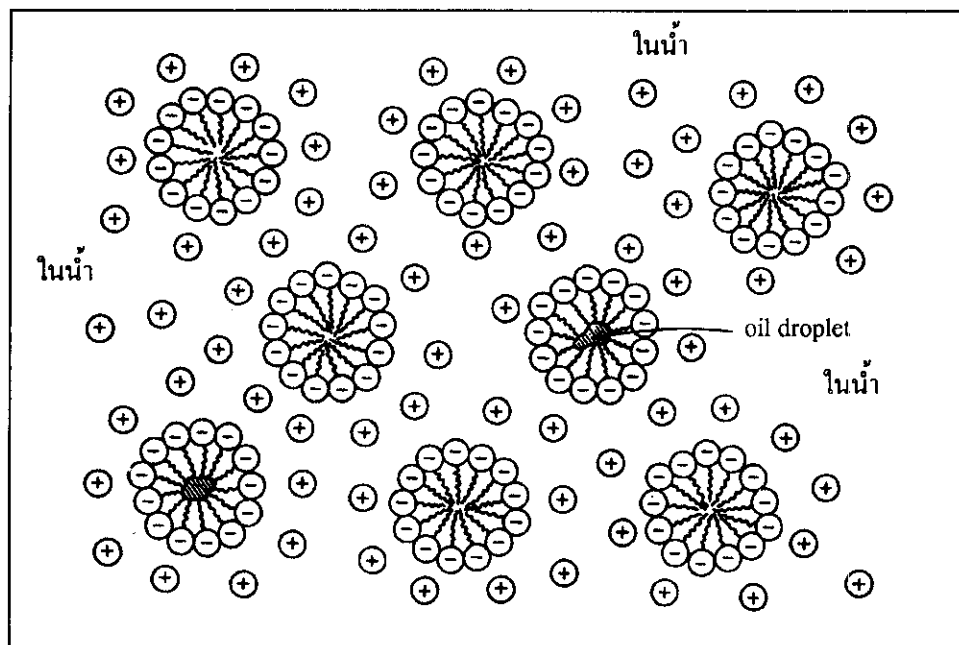


จึงอาศัยหลักการ “like dissolves like” ปลายทางด้านไม่มีขั้วของโมเลกุล เป็นส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic or water hating part) สามารถละลายไขมันและน้ำมันได้ ขณะที่อีกด้านเป็นส่วนที่มีขั้วหรือไฮโดรฟิลิก (Hydrophilic or water loving part) จะจับกับโมเลกุลน้ำได้ดี ดังนั้นสิ่งสกปรกจึงถูกดึงออกไปจากพื้นผิวที่ทำความสะอาดและถูกแขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยมีลักษณะที่เรียกว่าไมเซลล์ (Micelle)



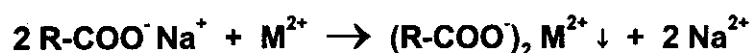
## A Soap Micelle

ปลายโมเลกุลของสปูตันไม่มีหัวจะจับกับลิพิด(ซึ่งไม่มีหัว)โดยรอบ เพื่อละลายลิพิดนั้น ส่วนด้านมีหัวของโมเลกุลสปู ที่สามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้ โดยจะหันออกทางด้านนอก



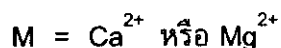
แสดงลักษณะของไมเซลล์และการทำงานของไมเซลล์ของสบู่ที่กระจายอยู่ในน้ำ

สบู่ไม่สามารถทำงานได้ดีในน้ำกระด้าง ทั้งนี้เพราะในน้ำกระด้างมีไอออนของโลหะชนิดที่เป็นไดวาเลนต์ ได้แก่ แคลเซียมไอออน ( $\text{Ca}^{2+}$ ) แมกนีเซียมไอออน ( $\text{Mg}^{2+}$ ) และเหล็กไอออน ( $\text{Fe}^{2+}$ ) ที่สามารถเกิดปฏิกิริยากับส่วนของกรดไขมันในสบู่ได้ ผลิตภัณฑ์เป็นตะกอนของเกลือที่ไม่ละลายน้ำ มีลักษณะเป็นเมือกหรือลิ่มความสามารถในการกำจัดสิ่งสกปรกจึงลดลง



สบู่

เกลือที่ไม่ละลายน้ำ



แต่ในทางตรงกันข้ามสำหรับสารซักฟอกซึ่งมีหมู่ฟังก์ชันเป็นแอลคิลซัลเฟต และ แอลคิลเบนซีนซัลโฟเนต ไม่เกิดปฏิกิริยากับไดวาเลนต์แคลเซียมไอออนในน้ำกระด้าง และเกลือของสารซักฟอกยังละลายในน้ำได้ดี ทำให้ความสามารถในการกำจัดไขมันดีกว่าสบู่

การทดลองนี้จะเตรียมสบู่ที่ทำปฏิกิริยาจากไขมันกับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และใช้ในการเตรียมสบู่เกลือโซเดียมต่อไป

### คำถามก่อนการทดลอง

1. จงยกตัวอย่างลิพิดที่เป็นของแข็ง และเขียนสมการปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชันกับ โซเดียมไฮดรอกไซด์
2. ทำไมไขมันและน้ำมัน หรือน้ำมันหล่อลื่น จึงไม่ละลายในน้ำ อธิบาย
3. ถ้าต้องการสบู่ที่ไม่แรงมาก สำหรับเด็กอ่อน น่าจะเตรียมจากไตรกลีเซอไรด์ชนิดใด และทำปฏิกิริยากับสารใด อธิบาย
4. น้ำมันพืชที่ใช้ทอดแล้ว สามารถนำมาทำสบู่ได้ หรือไม่
5. ในน้ำกระด้างจะมีไอออนของสารใดอยู่

### อุปกรณ์และสารเคมี

1. ข้อนตักสาร
2. บีกเกอร์
3. หลอดทดลองขนาดใหญ่
4. หลอดหยด
5. น้ำมันพืช
6. เครื่องกรองดูด
7. แท่งคน
8. สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% ในเอทานอล
9. สารละลายอิมิตัวโซเดียมคลอไรด์
10. น้ำยาซักผ้า
11. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์



## วิธีการทดลอง

### ตอนที่ 1 ปฏิกริยาสะพอนิฟิเคชันของน้ำมัน

1. นำน้ำมันพืชประมาณ 1.5 กรัม ใส่หลอดทดลองขนาดใหญ่ เติม 10 มล. ของ 10% KOH ในเอทานอล
2. นำไปต้มในอ่างน้ำร้อนนาน 15 นาที
3. ทดสอบความสมบูรณ์ของปฏิกริยาสะพอนิฟิเคชัน โดยหยดน้ำกลั่นลงไป ถ้าสังเกตพบหยดน้ำมันให้นำไปต้มต่ออีก 15 นาที
4. เทใส่บีกเกอร์ 100 มล. นำไประเหยเอทานอลออกโดยใช้แผ่นให้ความร้อน ใช้ไฟปานกลาง
5. เติมน้ำกลั่น 30 มล. นำไปละลายบนอ่างน้ำร้อน ใช้แท่งแก้วคน จะได้สารละลายของสบู่โพแทสเซียม

### ตอนที่ 2 การเตรียมสบู่โซเดียม

1. นำสบู่โพแทสเซียมมาครึ่งหนึ่ง เติม 15 มล. ของสารละลายอิมัลชันตัวโซเดียม-คลอไรด์ คนแรงๆ นาน 10 นาที
2. นำไปกรองด้วยเครื่องกรองตุต ล้างผลึกที่ได้ด้วยน้ำเย็นจัด ทำให้แห้ง

### ตอนที่ 3 ทดสอบสมบัติของสบู่และสารซักฟอก

1. เตรียมหลอดทดลอง 3 หลอด แต่ละหลอดเติมน้ำกลั่น 1 มล.
2. เติมสารต่อไปนี้ลงในหลอดทดลอง
  - หลอดที่ 1 สบู่โพแทสเซียม 0.5 มล.
  - หลอดที่ 2 สบู่โซเดียม 1 ช้อนด้านเล็ก
  - หลอดที่ 3 น้ำยาซักผ้า 0.5 มล.

## **สบู่และสารซักฟอก**

---

3. สังเกตการละลายและบันทึกผลการทดลอง
4. ทำซ้ำในข้อ 1-3 แต่ใช้น้ำจากก๊อกแทนน้ำกลั่น
5. ทำซ้ำในข้อ 1-3 ใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (น้ำกระด้าง) แทนน้ำกลั่น

## **ผลการทดลอง**

### **ตอนที่ 1 ปฏิริยาสะพอนิฟิเคชันของน้ำมัน**

1. เขียนสูตรโครงสร้างของไตรกลีเซอไรด์ที่นำมาใช้ทำการทดลองวันนี้
2. เขียนปฏิริยาสะพอนิฟิเคชันที่เกิดขึ้น
3. ลักษณะสบู่โฟแทสเทียมที่เตรียมได้

### **ตอนที่ 2 การเตรียมสบู่โซเดียม**

1. เขียนสมการเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อเปลี่ยนสบู่โฟแทสเทียมมาเป็นสบู่โซเดียม



## 2. ลักษณะของสบู่โซเดียมที่เตรียมได้

### ตอนที่ 3 ทดสอบสมบัติของสบู่และสารซักฟอก

ประเภท	น้ำกลั่น	น้ำก๊อก	น้ำกระด้าง
สบู่โพแทสเซียม			
สบู่โซเดียม			
น้ำยาซักผ้า			

### ตอบคำถาม

1. เพราะเหตุใดจึงใช้น้ำในการทดสอบความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชัน
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของการละลายของสบู่โพแทสเซียม สบู่โซเดียม และน้ำยาซักผ้า พร้อมอธิบายสาเหตุที่ทำให้แตกต่างกัน
3. ทำไมโมเลกุลของสบู่จึงสามารถละลายหยดน้ำมันได้ จงอธิบาย
4. ตะกอนที่เกิดขึ้นในการทดสอบการละลายของน้ำกระด้างกับเกลือโซเดียมคือสารใด พร้อมเขียนสมการที่เกิดขึ้นของตะกอน
5. น้ำก๊อกที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเป็นน้ำกระด้างหรือไม่ อธิบาย
6. ถ้าต้องการสบู่ที่แรง โดยเริ่มจากน้ำมันมะกอก จะเตรียมได้ทำอย่างไร
7. เพราะเหตุใดน้ำมันและไขมัน จึงไม่ละลายในน้ำอธิบาย

