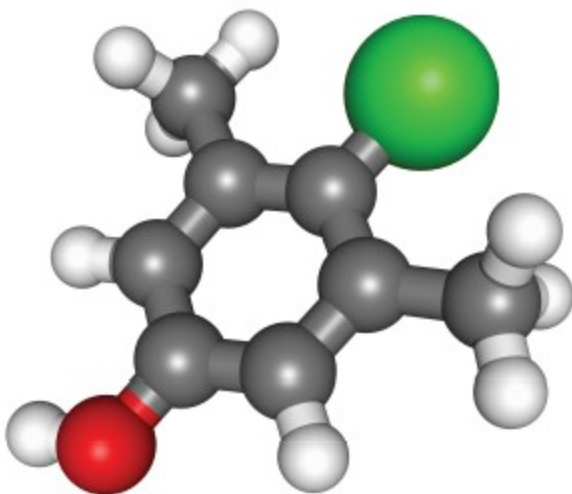


My Chemistry Note

สารเคมีในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด



รองศาสตราจารย์ ดร.โรจน์ฤทธิ์ โจนธนศ
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

My Chemistry Note

สารเคมีในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

ผู้เขียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สงวนลิขสิทธิ์ตาม พรบ.ลิขสิทธิ์

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ
(ห้ามคัดลอก ลอกเลียนส่วนใด ๆ ของหนังสือเล่มนี้
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร)

ISBN

พิมพ์ครั้งที่ 1 พฤษภาคม 2565 **จำนวน** 100 เล่ม

จัดทำและจำหน่ายโดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
Asst. Prof. Rojrit Rojanathanes, Ph.D.
Department of Chemistry, Faculty of Science
Chulalongkorn University, Bangkok, 10330, THAILAND
โทรศัพท์ 02-218-7596 โทรสาร 02-218-7598
Facebook: My Chemistry Book – by Rojrit R.

ราคา 265 บาท

คำนำ

สารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อเป็นองค์ประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่ใช้ในชีวิตประจำวันในบ้านเรือน สารกลุ่มนี้ส่วนมากจัดเป็นวัตถุอันตรายที่ถูกควบคุมโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เนื่องจากเป็นสารที่ออกฤทธิ์รุนแรงและอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานได้

เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ได้จำแนกประเภทผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดและกลุ่มสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบสำคัญไว้ โดยอธิบายกลไกการออกฤทธิ์ไว้โดยละเอียด เพราะเมื่อเข้าใจหลักการทำงานของสารสำคัญชนิดต่าง ๆ จะช่วยให้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ถูกต้อง เหมาะสม และสามารถหลีกเลี่ยงอันตรายจากสารเคมีที่อาจจะเกิดขึ้นได้

หวังว่าหนังสือเล่มนี้จะมีประโยชน์กับผู้อ่าน เพื่อช่วยตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้เหมาะสมและปลอดภัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ

๑๕ พฤษภาคม ๒๕๖๕

สารบัญ

บทที่ 1 ประเภทของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด	1
ประเภทของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด	2
สารสำคัญในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด	3
บทที่ 2 สารลดแรงตึงผิว	5
แรงระหว่างโมเลกุล	5
โครงสร้างทั่วไปของสารลดแรงตึงผิว	10
ประเภทของสารลดแรงตึงผิว	12
การละลายของสารลดแรงตึงผิว	22
Hydrophilic–Lipophilic Balance	26
สารสร้างและเพิ่มความเสถียรของฟอง	28
สารเพิ่มความหนืด	30
สารช่วยการละลาย	33
บทที่ 3 สารฆ่าเชื้อ	35
ระดับการฆ่าเชื้อ	36
โครงสร้างเป้าหมายในการฆ่าเชื้อ	37
สารฆ่าเชื้อประเภทต่าง ๆ	38
บทที่ 4 สารออกฤทธิ์อื่น ๆ	67
สารลดความกระด้างของน้ำ	67
สารฟอกขาว	72
กรดและเบส	78
ตัวทำละลาย	82
สารเติมแต่งอื่น ๆ	83

สารบัญ

บทที่ 5 ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดสูตรต่าง ๆ 89

สบู่	89
ครีมอาบน้ำ	91
แชมพู	92
ครีมนวดผม	93
สารซักผ้า	94
สารปรับผ้านุ่ม	95
สารทำความสะอาดอื่น ๆ สำหรับร่างกาย	96
สารทำความสะอาดพื้นผิววัสดุ	98

บทที่ 6 แบบฝึกหัด 107

โจทย์	107
คำตอบ	108

บทที่ 5 ภาคผนวก 109

NFPA 704	109
Risk Phrases	110
ชื่อสามัญของกรดไขมันที่พบบ่อย	114
ค่า HLB ของสารลดแรงตึงผิว	115
ค่า HLB ที่ต้องใช้เพื่อละลายน้ำมันในน้ำ	118
ตารางแสดงสมบัติของตัวทำละลาย	121
รายชื่อวัตถุอันตราย	127

ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดคือสารที่ใช้กำจัดสิ่งสกปรก ฝุ่น คราบ จากพื้นผิวต่าง ๆ รวมถึงกลิ่นไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้น ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดจึงมีอยู่มากมายหลายชนิด เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป

ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมีมากมายทั้งชนิดที่สามารถหาได้ทั่วไปในครัวเรือน หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ขายในท้องตลาด เช่น

baking soda (NaHCO_3)

เป็นเบสอ่อน ใช้ขัดพื้นผิว กำจัดกลิ่น กำจัดคราบไขมันและคราบสนิมได้ดี

soda ash หรือ washing soda (Na_2CO_3)

เป็นเบสที่แก่ขึ้นเล็กน้อยช่วยชะล้างไขมันได้ดีกว่า และมักผสมในสารซักฟอกเพื่อช่วยกำจัดความกระด้างของน้ำ

lye ได้แก่ caustic soda (NaOH) และ caustic potash (KOH)

เป็นเบสแก่สามารถกำจัดคราบจากไขมัน น้ำมัน และโปรตีนได้ดี จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ และใช้แช่สแตนเลสและเครื่องแก้วเพื่อขจัดคราบ รวมถึงแก่การอุดตันของท่อน้ำทั้งในครัวเรือนได้ดีอีกด้วย

น้ำส้มสายชู (CH_3COOH)

เป็นกรดอ่อนสามารถเจือจางในน้ำใช้เป็นสเปรย์ฉีดพ่นเพื่อทำความสะอาดได้ โดยนิยมใช้เพื่อทำความสะอาดกระจก เคาท์เตอร์บาร์ คราบตะกรันบนก๊อกน้ำ คราบสนิมและราในอ่างอาบน้ำ

bleach (NaOCl)

สารฟอกขาวเป็น oxidizing agent ที่รุนแรงจึงฆ่าเชื้อไวรัส แบคทีเรีย และ รา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้กำจัดเชื้อโรคในสระว่ายน้ำ พื้นผิว อุปกรณ์ต่าง ๆ ในครัวเรือน

สบู่

ผลิตจากน้ำมันและไขมัน มีความเป็นเบสเล็กน้อย ใช้ชะล้างไขมันและน้ำมัน ในปัจจุบันมีสบู่เพื่อใช้งานเฉพาะอย่างขึ้นเช่น สบู่ล้างมือ สบู่ล้างหน้า หรือสบู่ล้างพื้นผิว

สารซักฟอก

ส่วนมากผลิตเพื่อซักผ้า สามารถทนทานต่อความกระด้างของน้ำได้ดี

สารฆ่าเชื้อ

เป็นสารที่มีฤทธิ์กำจัดเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสารฆ่าเชื้อชนิดต่าง ๆ สามารถกำจัด เชื้อได้แตกต่างกันไปและมีกลไกการทำงานที่แตกต่างกัน

ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดส่วนมากที่มีขายในท้องตลาดมักเป็นของผสมจากสารออกฤทธิ์มากมายหลายชนิด เพื่อทำงานร่วมกันและทำให้การทำความสะอาดเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ประเภทของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

หากจำแนกประเภทของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดสำหรับการใช้งานทั่วไปในครัวเรือน อาจแบ่งตามประเภทการใช้งานได้ดังนี้

1. สบู่และแชมพูสำหรับร่างกาย
2. สารซักฟอกสำหรับเสื้อผ้า
3. สารทำความสะอาดคราบบนพื้นผิวต่าง ๆ
4. สารฆ่าเชื้อ

นอกจากนั้น ยังมีผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอื่น ๆ เช่น ตัวทำละลายสำหรับทำความสะอาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และในภาคอุตสาหกรรมยังมีผลิตภัณฑ์อีกหลากหลาย เช่น เพื่อสลายคราบน้ำมันที่รั่วไหล เพื่อทำความสะอาดระบบท่อและระบบทำความเย็น ฯลฯ

สารสำคัญในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดชนิดหนึ่ง ๆ มักประกอบขึ้นจากสารออกฤทธิ์หลายชนิดที่มีปฏิกิริยาและกลไกการทำงานที่เสริมให้การทำความสะอาดมีประสิทธิภาพสูงสุด สารที่เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดอาจแบ่งออกได้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สารลดแรงตึงผิว
2. สารฆ่าเชื้อ
3. สารลดความกระด้าง
4. สารฟอกขาว
5. กรดและเบส
6. ตัวทำละลาย
7. สารเติมแต่งอื่น ๆ

สารออกฤทธิ์ทั้ง 7 กลุ่มนี้ พบได้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดชนิดต่าง ๆ โดยผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบางชนิดอาจมีสารออกฤทธิ์ครบทั้ง 7 กลุ่ม แต่บางชนิดอาจประกอบจากสารออกฤทธิ์เพียง 1 หรือ 2 กลุ่มเท่านั้น

เพื่อให้เข้าใจกระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด จึงจำเป็นต้องเข้าใจกลไกการทำงานและปฏิกิริยาของสารออกฤทธิ์กลุ่มต่าง ๆ ก่อน ในบทนี้จะอธิบายหลักการทำงานของสารออกฤทธิ์ทั้ง 7 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีสารเคมีที่เลือกมาใช้ได้หลากหลายชนิด บางชนิดอาจมีผลข้างเคียงต่อผู้ใช้งาน สารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบางชนิดจึงจัดเป็นวัตถุอันตรายที่ต้องถูกควบคุม

สารลดแรงตึงผิวคือสารที่สามารถลดแรงตึงผิวของของเหลวได้ อาจเป็นแรงตึงระหว่างผิวสัมผัสของของเหลวกับของเหลวอีกชนิดหนึ่ง หรืออาจเป็นแรงตึงระหว่างของเหลวกับก๊าซก็ได้ ทำให้มีสมบัติเป็นสารซักล้าง สารก่ออิมัลชัน สารให้ฟอง หรือสารช่วยกระจายตัวได้

สมบัติลดแรงตึงผิวเกิดจากแรงระหว่างโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวที่มีต่อสารอื่น ทำให้สารชนิดอื่นที่ไม่มีอันตรกิริยาต่อกันมาเกิดอันตรกิริยากันผ่านสารลดแรงตึงผิวนี้นี้ แรงระหว่างโมเลกุลจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการทำงานของสารลดแรงตึงผิว

แรงระหว่างโมเลกุล

แรงระหว่างโมเลกุลคืออันตรกิริยาระหว่างโมเลกุลชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันตั้งแต่สองโมเลกุลขึ้นไป มีบทบาทต่อสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ทั้งจุดเดือด จุดหลอมเหลว สถานะ และความสามารถในการละลาย

สามารถจำแนกแรงเหล่านี้เป็นประเภทย่อย ๆ ได้หลายประเภท ซึ่งทุกประเภทต่างก็เป็นแรงทางแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสิ้น อันได้แก่

1. London dispersion force
2. dipole–dipole interaction
3. dipole–induced dipole interaction
4. ion–dipole interaction
5. hydrogen bond
6. แรงอื่น ๆ

London dispersion force

คือไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นจากการกระจายตัวของอิเล็กตรอนที่อยู่ภายในโมเลกุล ทำให้เกิดชั่วไฟฟ้าขึ้นชั่วคราวในโมเลกุลและเหนี่ยวนำให้เกิดชั่วขึ้นในโมเลกุลข้างเคียงต่อเนื่องกันไป แต่เป็นแรงกระทำแบบอ่อน โดยปกติจะมีความแข็งแรงน้อยกว่า 1 กิโลแคลอรีต่อโมล ขึ้นอยู่กับขนาดโมเลกุลนั้น ๆ

Dipole–dipole interaction

คือไฟฟ้าสถิตที่เกิดจากการกระจายตัวของอิเล็กตรอนในโมเลกุลที่มีขั้วอยู่แล้ว ซึ่งเป็นผลจากความแตกต่างของค่า EN ของอะตอมองค์ประกอบ ทำให้การกระจายตัวของอิเล็กตรอนมีทิศทางที่ชัดเจนขึ้น ปกติจะมีความแข็งแรงประมาณ 0.5 ถึง 20 กิโลแคลอรีต่อโมล ซึ่งมากกว่าแรงลอนดอน

Dipole–induced dipole interaction

คือไฟฟ้าสถิตระหว่างโมเลกุลมีขั้วกับโมเลกุลไม่มีขั้ว โดยโมเลกุลที่มีขั้วเหนี่ยวนำให้อิเล็กตรอนของโมเลกุลไม่มีขั้วกระจายตัวในทิศทางตรงข้าม และเกิดเป็นแรงที่ยึดเหนี่ยวโมเลกุลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกันได้

Ion–dipole interaction

คือไฟฟ้าสถิตระหว่างโมเลกุลที่มีประจุไฟฟ้าบวกหรือลบกับโมเลกุลมีขั้ว โดยโมเลกุลที่มีขั้วจะถูกเหนี่ยวนำให้หันขั้วตรงข้ามไปยังประจุไฟฟ้านั้น เกิดเป็นการล้อมตัวของโมเลกุลมีขั้วรอบประจุไฟฟ้า เป็นแรงระหว่างโมเลกุลที่แข็งแรงมากที่สุดชนิดหนึ่ง

Hydrogen bond

เป็นแรงระหว่างโมเลกุลที่แข็งแรงมาก โดยมีค่าประมาณ 12–16 กิโลแคลอรีต่อโมล แต่จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีปัจจัย 2 ประการ คือ

1. มี H ที่ขาดอิเล็กตรอน เนื่องจากสร้างพันธะอยู่กับธาตุ EN สูง ทำให้ H นั้นมีประจุเป็นบวกอย่างเด่นชัด
2. มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่หนาแน่นของธาตุขนาดเล็กในคาบที่ 2 (F, O และ N) ทำให้มีความหนาแน่นของอิเล็กตรอนสูง

พันธะไฮโดรเจนไม่ได้เป็นเพียงแรงระหว่างโมเลกุลธรรมดา หากแต่ยังสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดเป็นพันธะโควาเลนต์ขึ้นได้ด้วย โดยเกิดเป็นพันธะโคออร์ดิเนต (coordinate covalent bond)

แรงอื่น ๆ

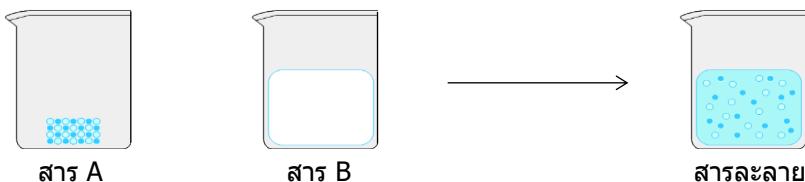
นอกจากแรงที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีแรงระหว่างโมเลกุลประเภทอื่น ๆ อีกมากมาย แต่ส่วนมากเป็นแรงระดับอ่อนที่พบได้ในสถานะของแข็ง ที่โมเลกุลอยู่ชิดติดกันเท่านั้นเช่น π - π interaction ที่พบระหว่างชั้นของผลึกแกรไฟต์ เป็นต้น

พลังงานกับการละลาย

การที่สาร 2 ชนิดขึ้นไปจะละลายเข้ากันได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับพลังงานและแรงระหว่างโมเลกุลที่กระทำซึ่งกันและกัน ซึ่งการละลายเข้ากันได้นี้ เป็นสิ่งสำคัญที่สุดสิ่งหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

เมื่อพิจารณาการละลายของสารสองชนิด จะพบแรงระหว่างโมเลกุลที่เกี่ยวข้อง 3 แรงด้วยกันได้แก่

1. แรงระหว่างโมเลกุล A มีพลังงานที่กระทำต่อกันเป็น E_{AA}
2. แรงระหว่างโมเลกุล B มีพลังงานที่กระทำต่อกันเป็น E_{BB}
3. แรงระหว่างโมเลกุล A และ B มีพลังงานที่กระทำต่อกันเป็น E_{AB}



ภาพการละลายระหว่างสาร A และ B

เมื่อผสมสาร A และ B เข้าด้วยกัน จะเกิดแรงกระทำระหว่างกันและคายพลังงาน E_{AB} ออกมา โดยพลังงานนี้จะไปทำลายแรงระหว่างโมเลกุลเดิมของสารตั้งต้นทั้งสอง ทำให้มีผลลัพธ์ของพลังงานในการละลายเป็นดังนี้

$E_{AA} + E_{BB} = E_{AB}$ ละลายแบบอุณหภูมิคงตัว

$E_{AA} + E_{BB} < E_{AB}$ ละลายแบบคายพลังงาน

$E_{AA} + E_{BB} > E_{AB}$ ละลายแบบดูดพลังงาน

$E_{AA} + E_{BB} \gg E_{AB}$ ไม่ละลาย

หากพลังงานที่คายออกมาจากแรงกระทำระหว่างโมเลกุล A และ B ไม่มากพอที่จะทำลายแรงระหว่างโมเลกุลเดิม และสิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิไม่มากพอ สารทั้งสองชนิดก็จะไม่ละลายรวมกัน