



ST2091101 เคมีสำหรับสุขภาพ เครื่องสำอางและการชะลอวัย

# สารประกอบคาร์บอนิล (แอลดีไฮด์และคีโตน) Carbonyl Compounds (Aldehyde & Ketone)



พศ.ดร.วรวิทย์ จันทรสุวรรณ  
Asst.Prof.Woravith Chansuvarn, Ph.D.



Chemographics



woravith



woravith.c@rmutp.ac.th

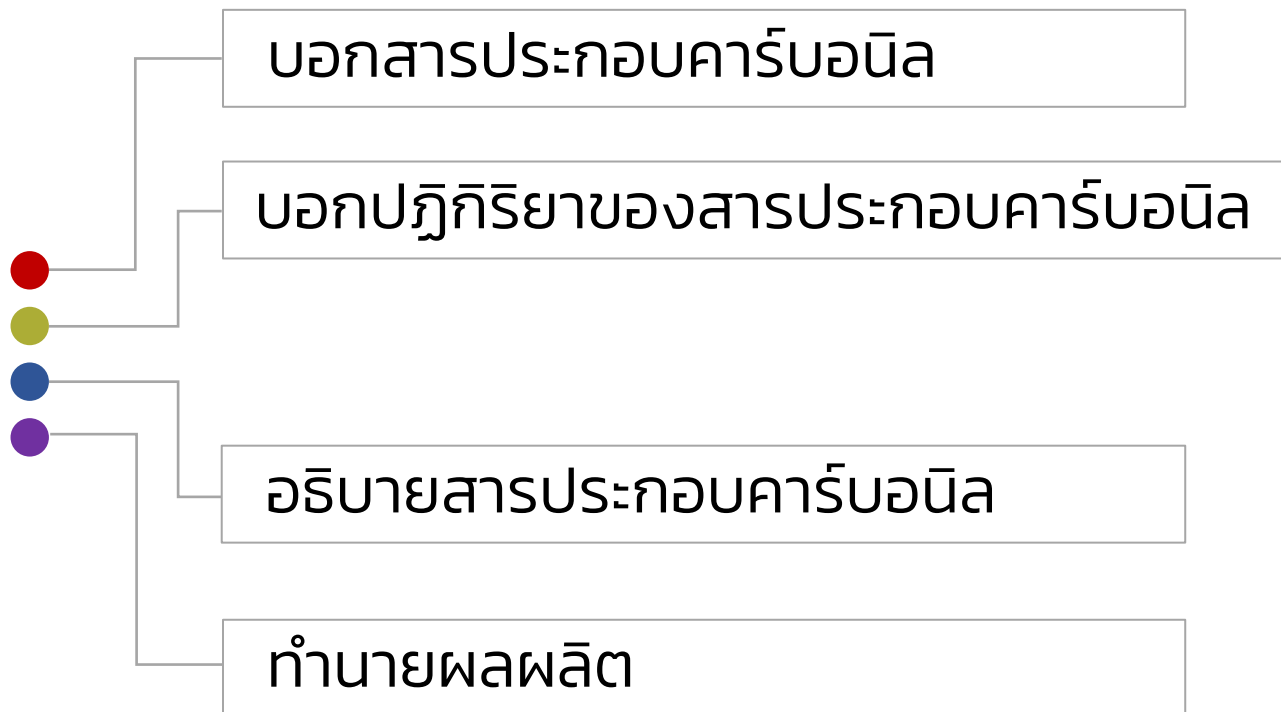


<http://web.rmutp.ac.th/woravith>

# #แผนการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้

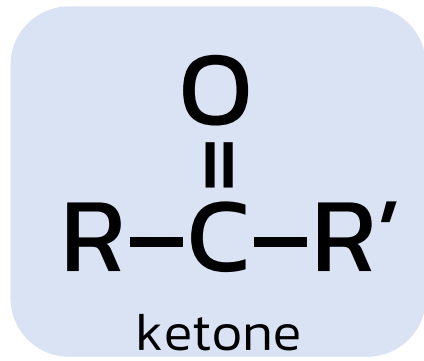
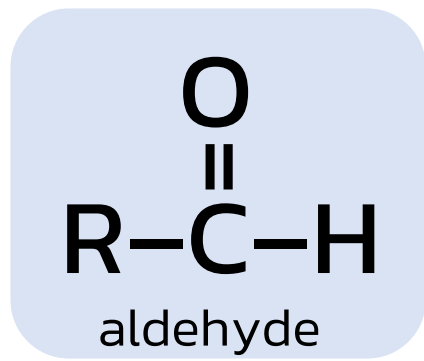
6.2

สารประกอบ  
คาร์บอนิล

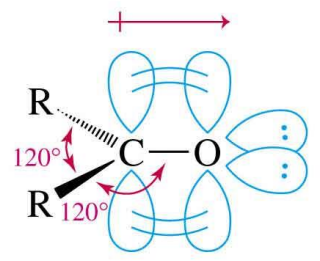


# สารประกอบคาร์บอนิล

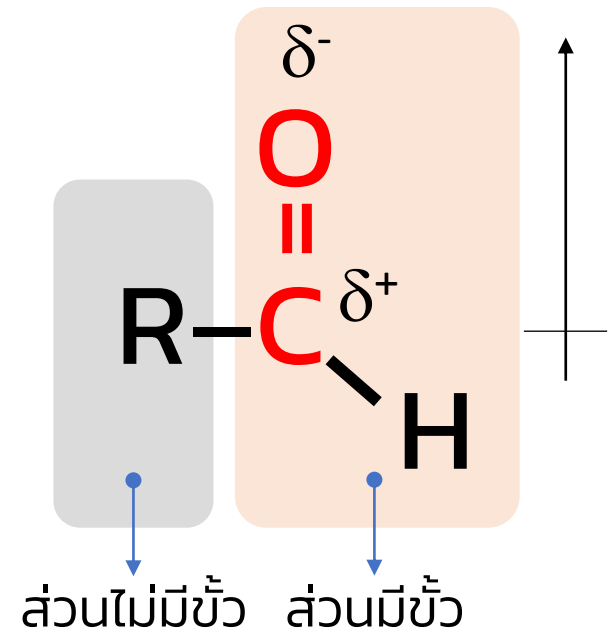
สารอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอนิล (C=O) เป็นองค์ประกอบ



แอลดีไฮด์และคีโตน ประกอบด้วยหมู่ที่มีขั้วของคาร์บอนิลจึงมีแรงระหว่างขั้ว (Dipole-dipole interaction) ของโมเลกุลสูงมาก



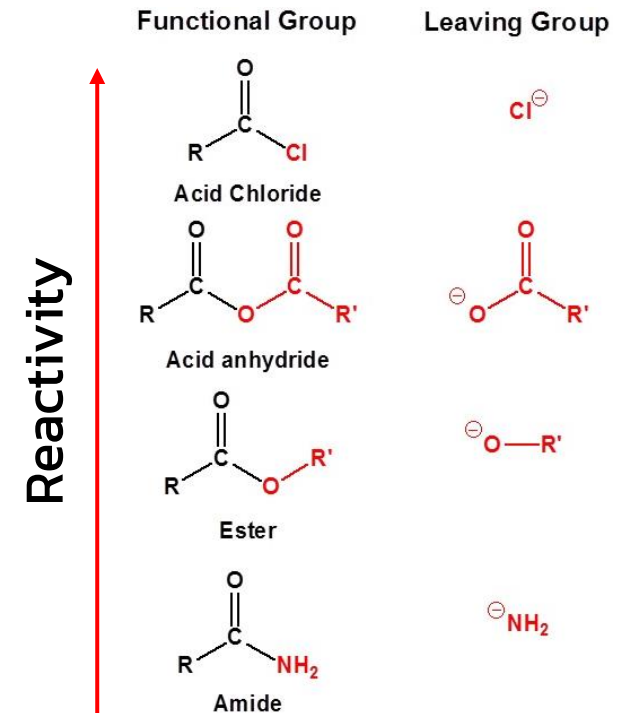
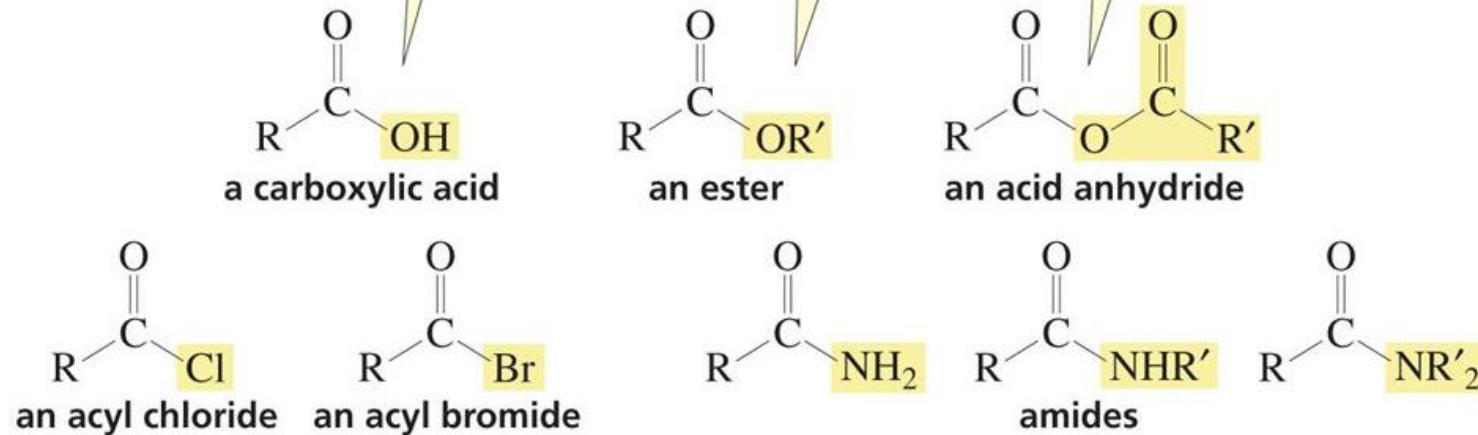
	<i>length</i>	<i>energy</i>
ketone C=O bond	1.23 Å	178 kcal/mol (745 kJ/mol)
alkene C=C bond	1.34 Å	146 kcal/mol (611 kJ/mol)



# #กลุ่มของสารประกอบคาร์บอนิล

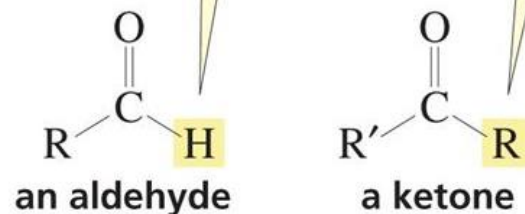
## Class I : Carboxylic/carbonyl acid derivatives

carbonyl compounds with groups that can be replaced by a nucleophile

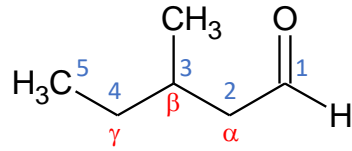


## Class II : Ketone and aldehyde (*lack potential leaving group*)

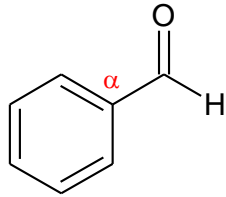
carbonyl compounds with groups that cannot be replaced by a nucleophile



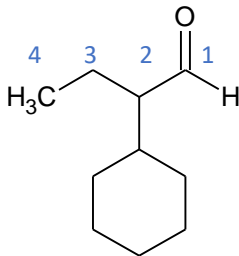
# Aldehyde



3-methylpentanal

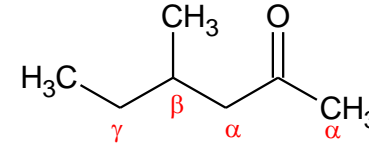


benzaldehyde  
(phenylmethanal)

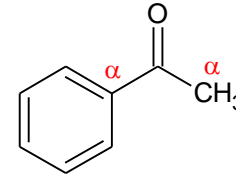


2-cyclohexylbutanal

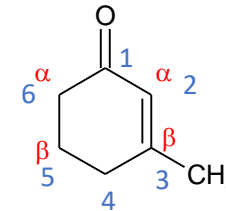
# Ketone



4-methyl-hexan-2-one

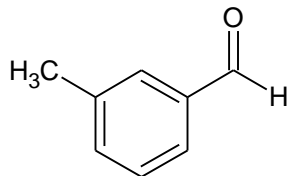


acetophenone  
(phenylethanone)

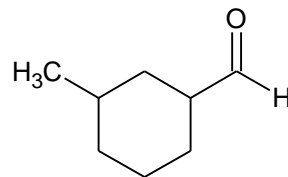


3-methyl-2-cyclohexanone  
3-methylcyclohexane-2-one

กรณีที่มีหมู่ CHO ต่อกับวงแหวนหรือวงเบนซีน เต็ม  
ท้ายด้วย -carbaldehyde

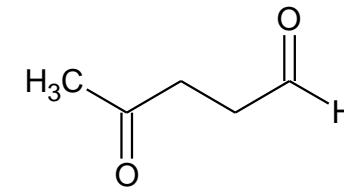


3-methylbenzenecarbaldehyde



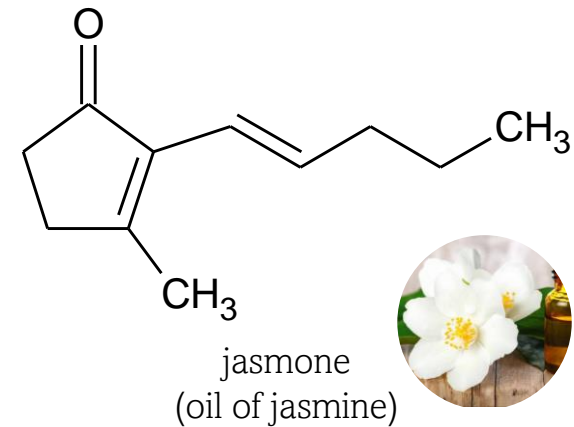
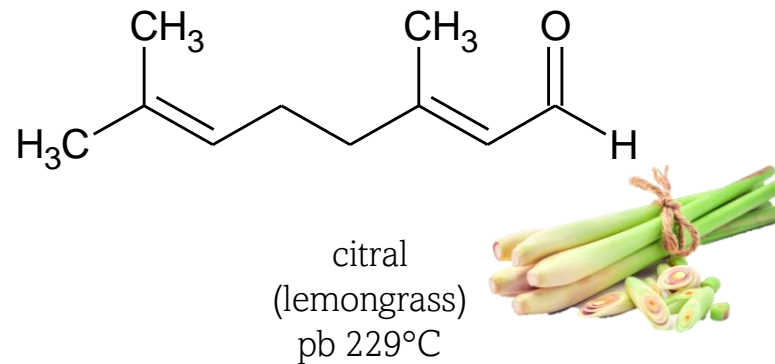
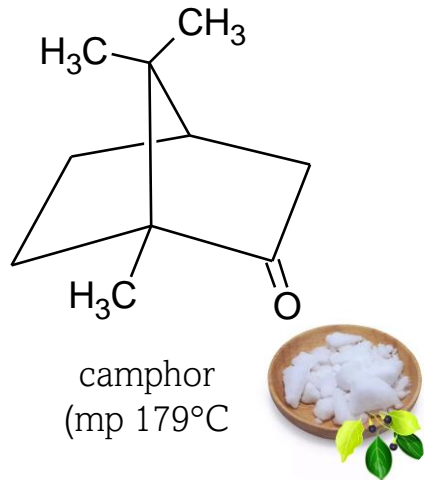
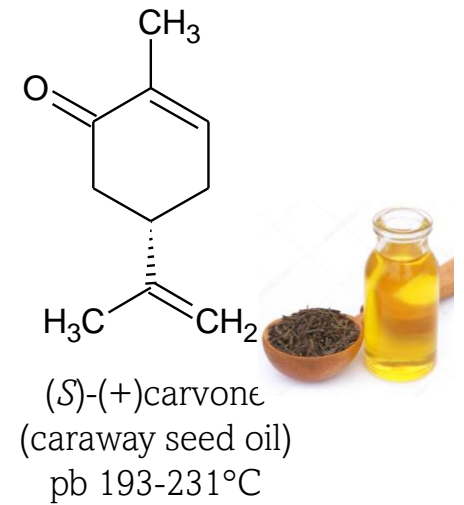
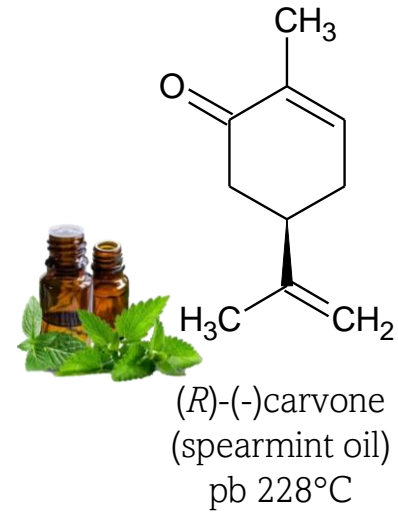
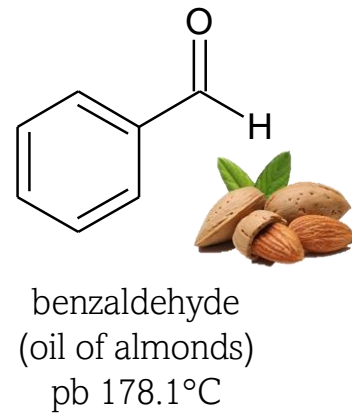
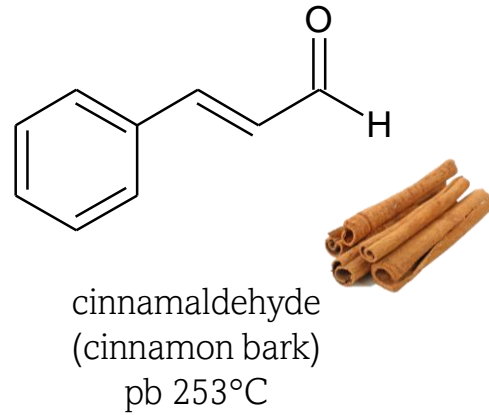
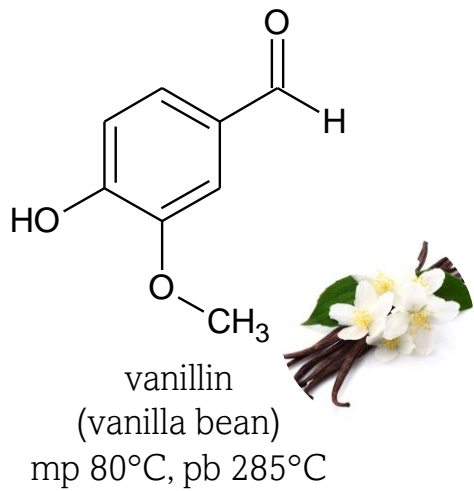
3-methylcyclohexanecarbaldehyde

กรณีที่มีหมู่ C=O แทนที่ใน aldehyde ให้เรียกว่า oxo



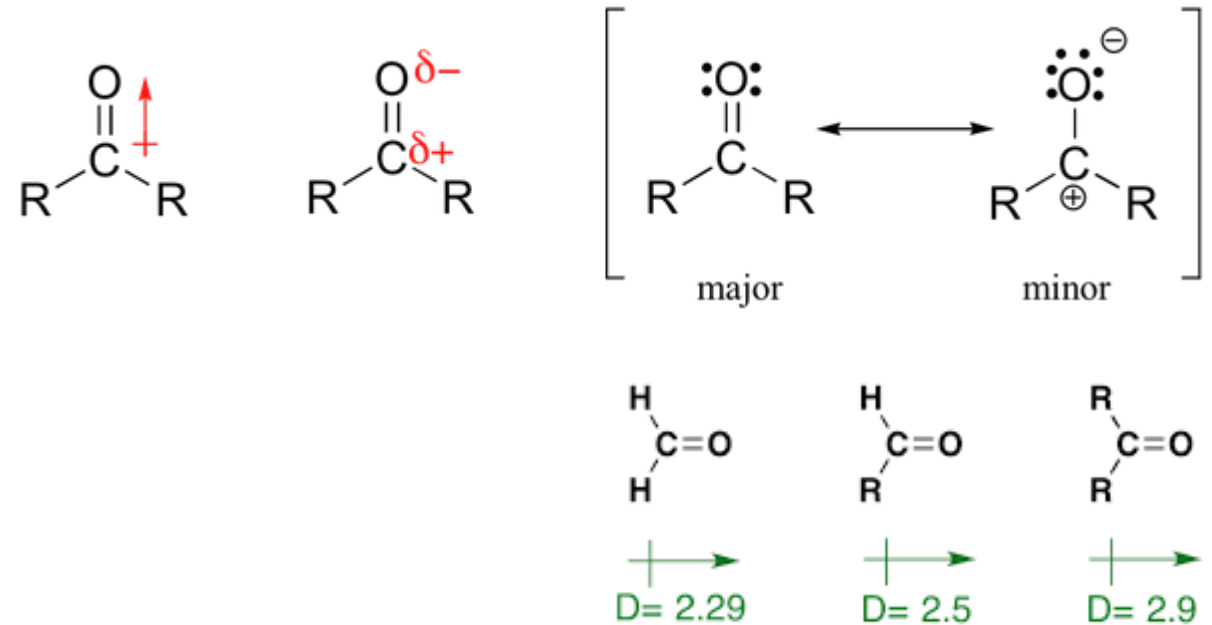
4-oxopentanal

# Aldehyde & Ketone in nature



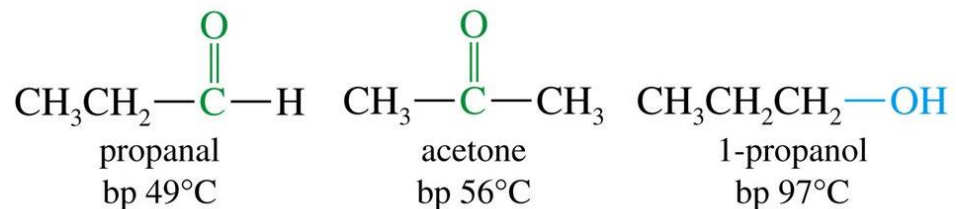
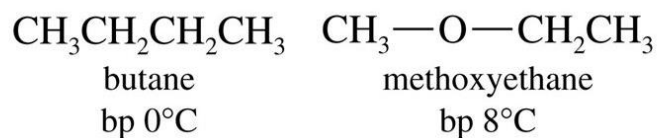
# จุดเดือด

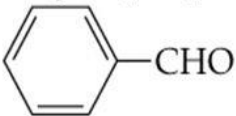
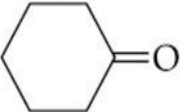
- แอลดีไฮด์และคีโตนมีจุดเดือดสูงเมื่อเทียบกับสารไฮโดรคาร์บอนอื่นที่มีมวลใกล้เคียงกัน
- แอลดีไฮด์และคีโตนมีจุดเดือดเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนอะตอมในโมเลกุล
- แอลดีไฮด์และคีโตนไม่มีพันธะ O-H หรือ N-H ในโมเลกุลจึงไม่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้ จึงมีจุดเดือดต่ำกว่าแอลกอฮอล์ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน



Dipole moment of carbonyl groups	Aldehyde	2.72 D
	Ketone	2.88
	Carboxylic acid	1.74
	Acid chloride	2.72
	Ester	1.72
	Amide	3.76
	Nitrile	3.90
	Water	1.85

Type of Compound	Compound	Structure	Molecular Mass	Boiling Point (8°C)
{ alkane aldehyde alcohol	ethane	CH <sub>3</sub> —CH <sub>3</sub>	30	-89
	methanal	H—CHO	30	-21
	methanol	CH <sub>3</sub> —OH	32	65
{ alkane aldehyde alcohol	propane	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>	44	-42
	ethanal	CH <sub>3</sub> —CHO	44	20
	ethanol	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —OH	46	78
{ alkane aldehyde alcohol	butane	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>3</sub>	58	-1
	propanal	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CHO	58	49
	1-propanol	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —OH	60	97

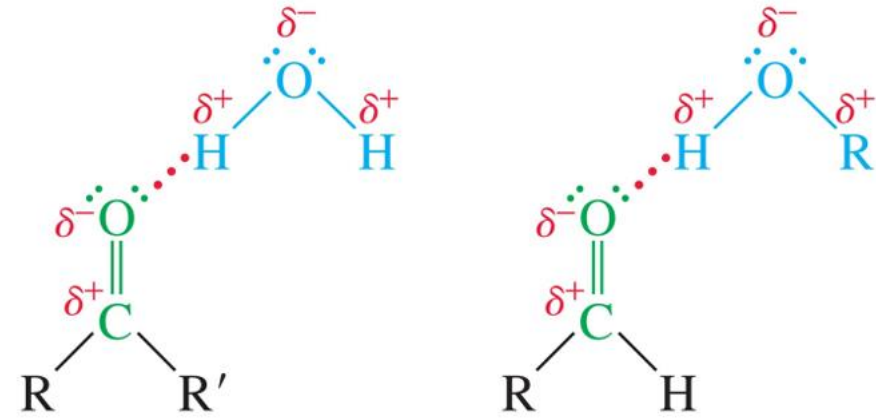


Structure	Name	Boiling Point (°C)	Water Solubility (g/100 mL H <sub>2</sub> O)
HCHO	Formaldehyde	-21	55
CH <sub>3</sub> CHO	Acetaldehyde	21	Soluble
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CHO	Propanal	49	16
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CHO	Butanal	76	7
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CHO	Pentanal	103	1
	Benzaldehyde	178	0.3
CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	Acetone	56	Soluble
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub>	2-Butanone	80	26
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COCH <sub>3</sub>	2-Pentanone	102	6
	Cyclohexanone	156	2



# การละลาย

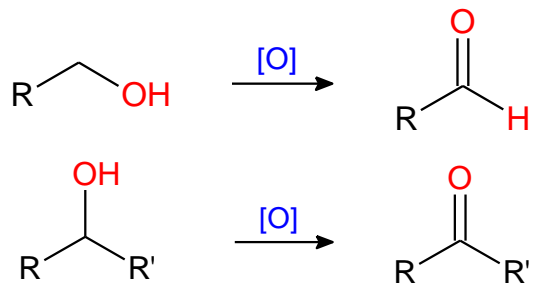
- แอลดีไฮด์และคีโตนที่มีมวลโมเลกุลต่ำจนถึงพวกที่มีคาร์บอน 4 อะตอม จะละลายในน้ำ เนื่องจากสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของน้ำได้
- การละลายจะลดลงเมื่อขนาดของหมู่แอลคิลเพิ่มขึ้น เนื่องจากส่วนที่ไม่มีขั้วของโมเลกุลเพิ่มขึ้น แต่จะละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์



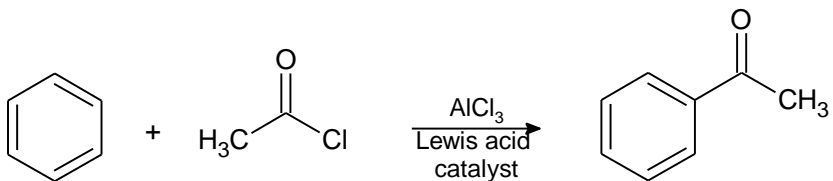
Number of Carbon Atoms	Aldehyde	Water Solubility of Aldehyde	Ketone	Water Solubility of Ketone
1	methanal	very soluble		
2	ethanal	infinite		
3	propanal	16	propanone	infinite
4	butanal	7	2-butanone	26
5	pentanal	4	2-pentanone	5
6	hexanal	1	2-hexanone	1.6
7	heptanal	0.1	2-heptanone	0.4
8	octanal	insoluble	2-octanone	insoluble

# ปฏิกิริยาการเตรียม

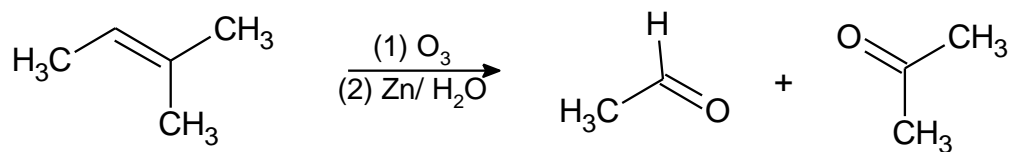
## 1. Oxidation of 1°&2° alcohols



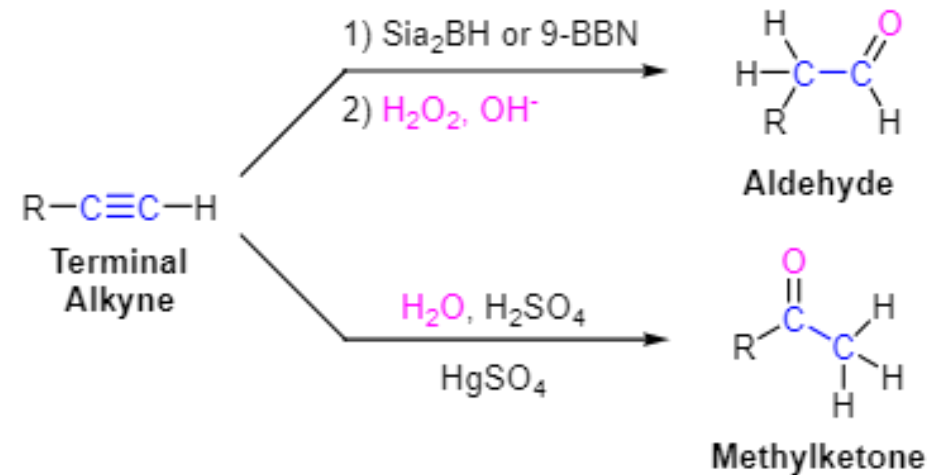
## 2. Friedel-Crafts acylation



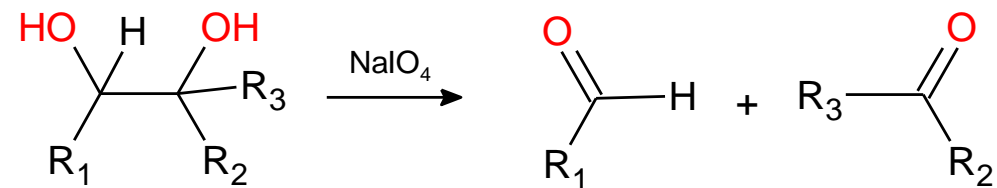
## 3. Ozonation of alkenes



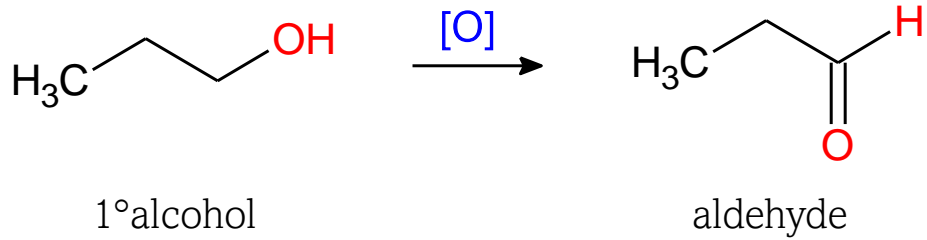
## 4. Hydration of alkynes



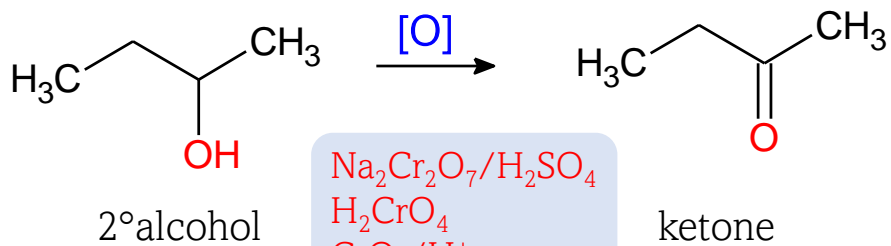
## 5. Glycol cleavage



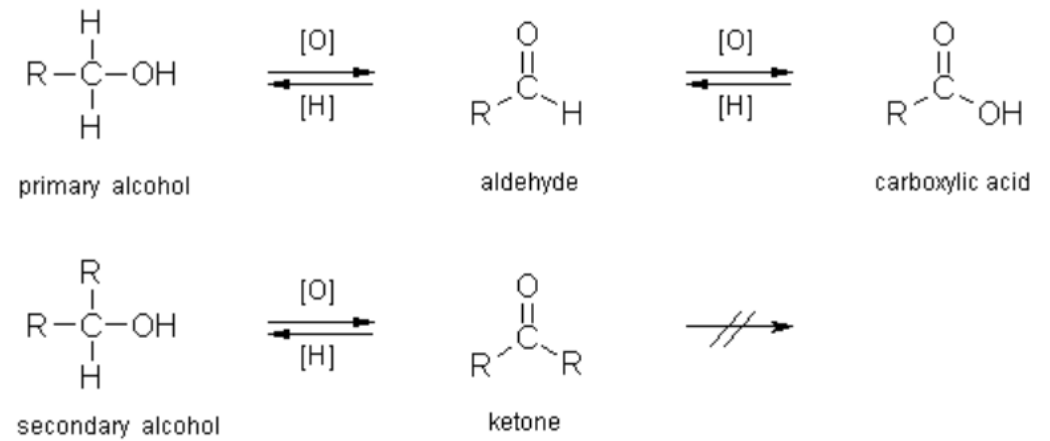
# Oxidation of 1° & 2° alcohols



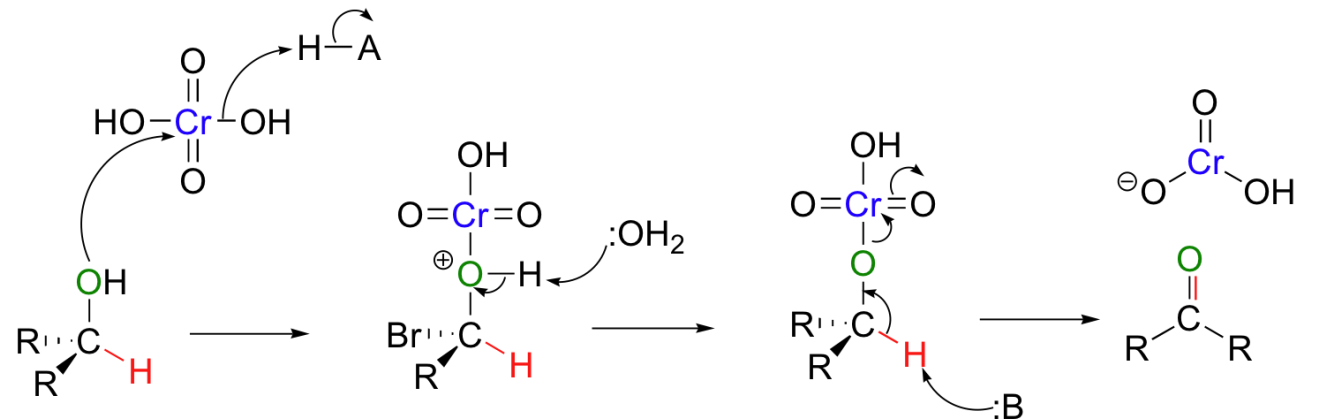
PCC (pyridinium chlorochromate)  
PDC (pyridinium dichromate)  
Swern (DMSO, COCl<sub>2</sub>, Et<sub>3</sub>N)  
DMP (Dess-Martin)



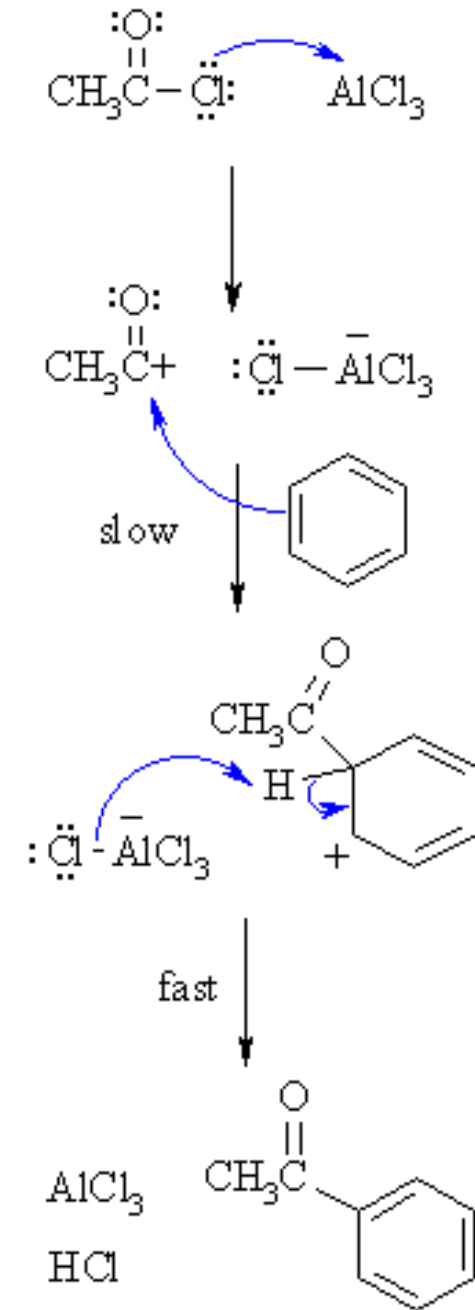
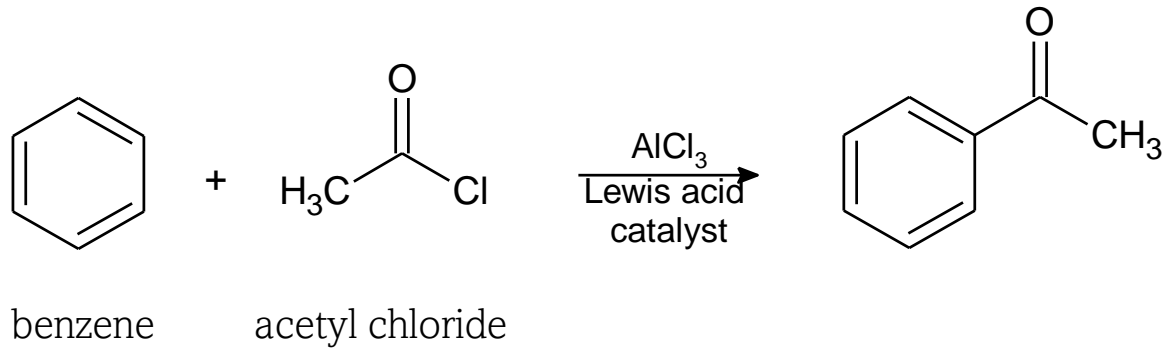
Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>  
CrO<sub>3</sub>/H<sup>+</sup>  
KMnO<sub>4</sub>/OH<sup>-</sup>/H<sup>+</sup>  
NaClO/AcOH



Oxidation using chromic acid



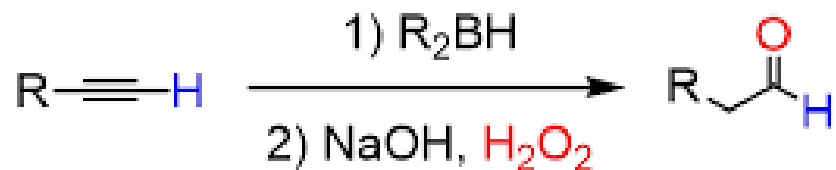
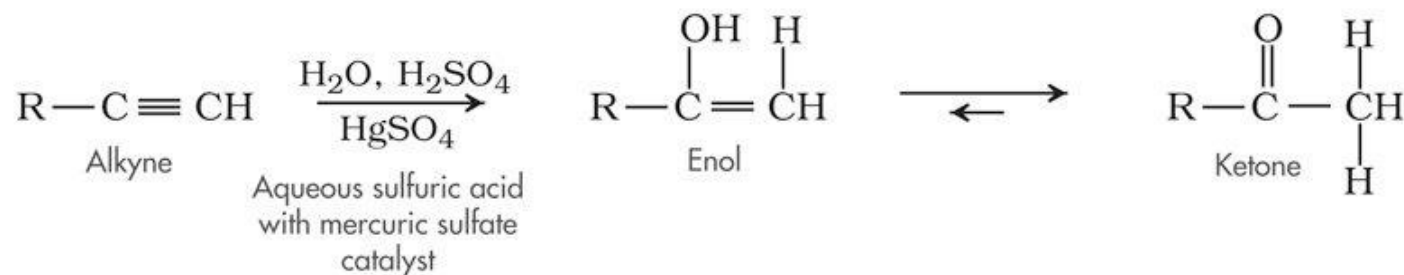
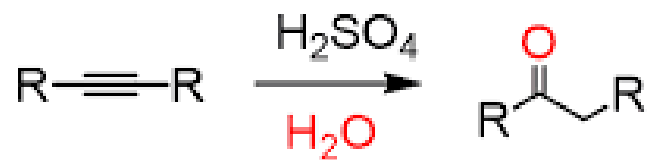
# Friedel-Crafts acylation



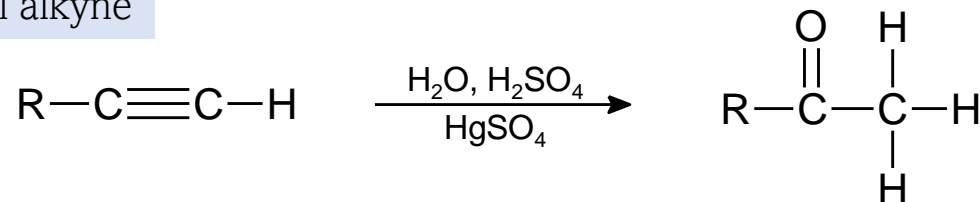
# Hydration of alkynes



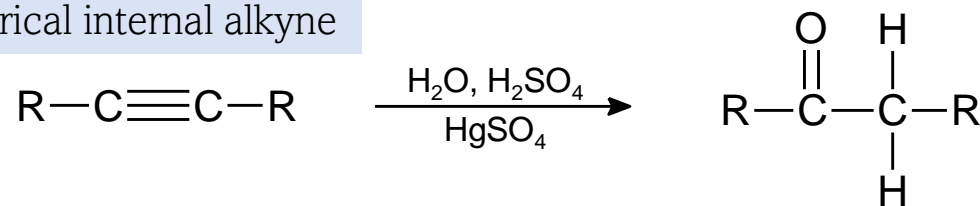
ศูนย์วิจัยและพัฒนาเครื่องสำอางและเครื่องสำอาง  
HEALTH, COSMETIC & ANTI-AGING TECHNOLOGY



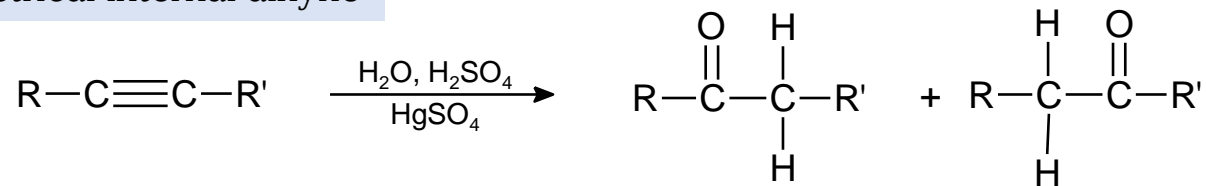
Terminal alkyne



Symmetrical internal alkyne

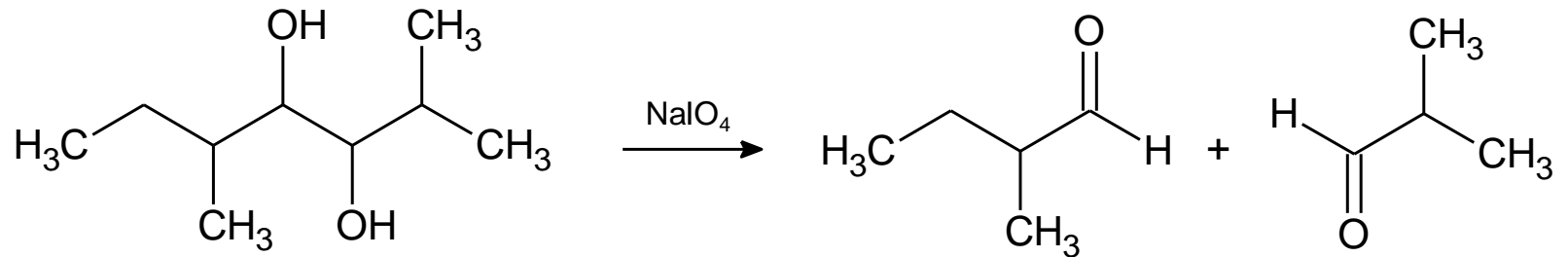
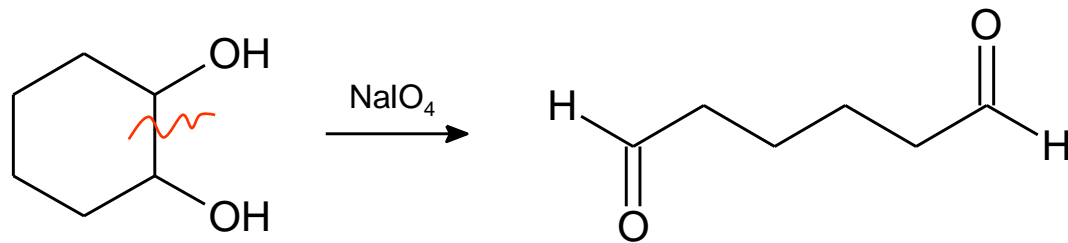
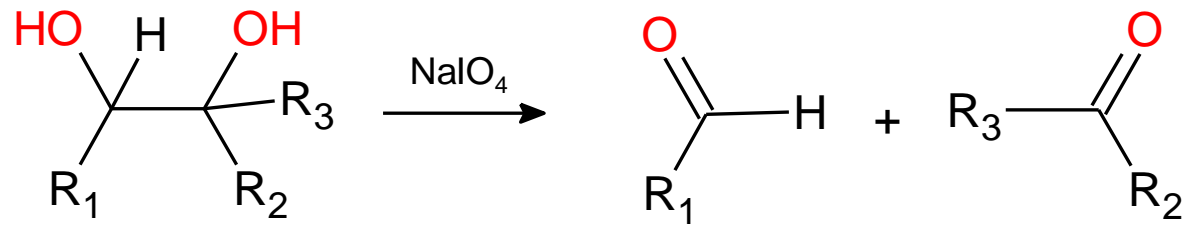


Asymmetrical internal alkyne



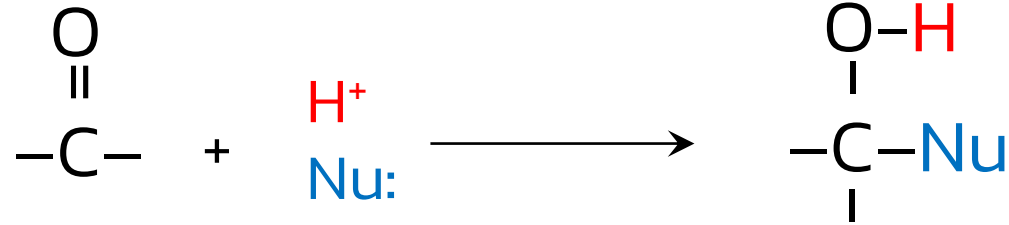
# Glycol cleavage

- Oxidation reaction
- C–C bond in a vicinal diol (glycol) is cleaved and instead the two oxygen atoms become C=O
- To be ketones or aldehydes depending substituted C-C



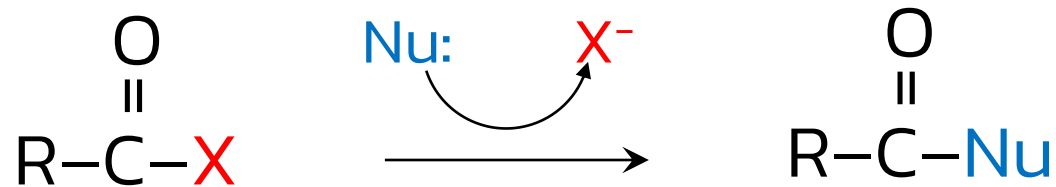
# ปฏิกิริยาของแอลดีไฮด์และคีโตน

- Addition reaction  
(การเติม)



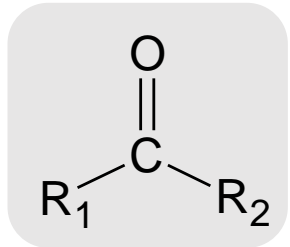
C=O as electrophilic

- Substitution reaction  
(การแทนที่)

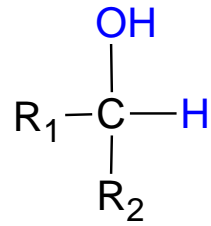


C=O as electrophilic  
X as leaving group

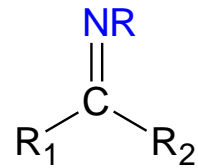
# ปฏิกิริยาของแอลดีไฮด์และคีโตน



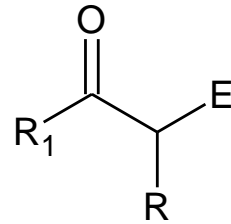
Reduction  
Nucleophilic addition of hydride



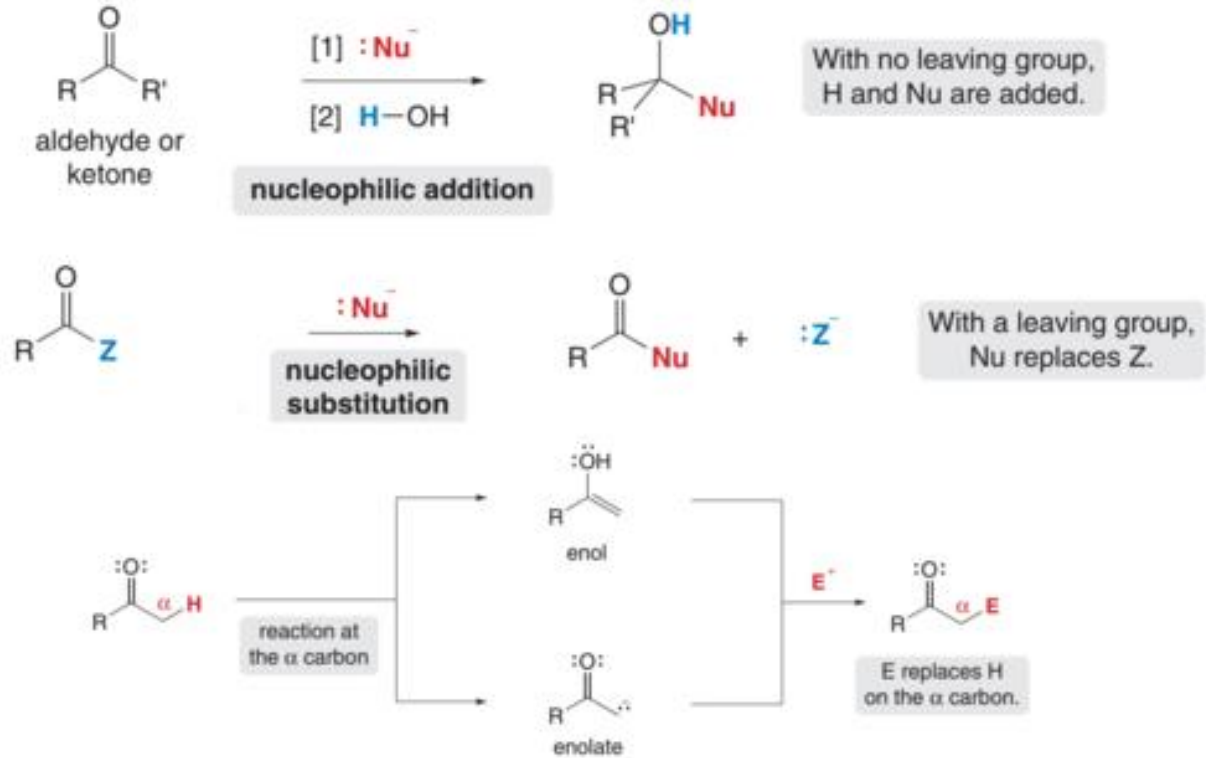
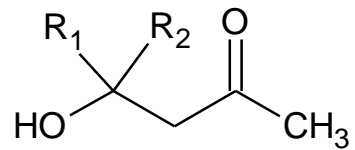
$\text{RNH}_2$   
Nucleophilic addition of amine



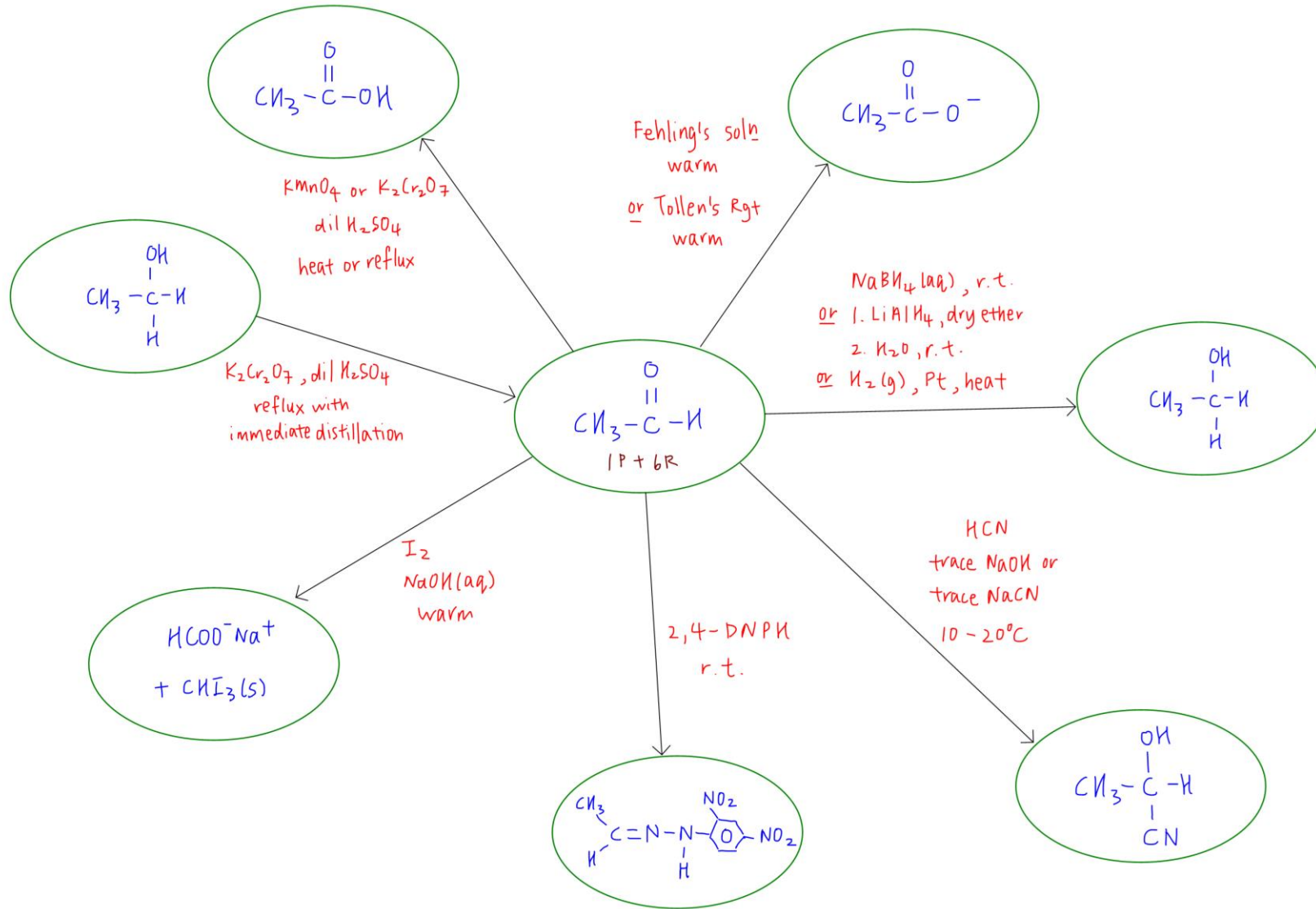
Electrophile  
 $\alpha$ -Substitute reaction



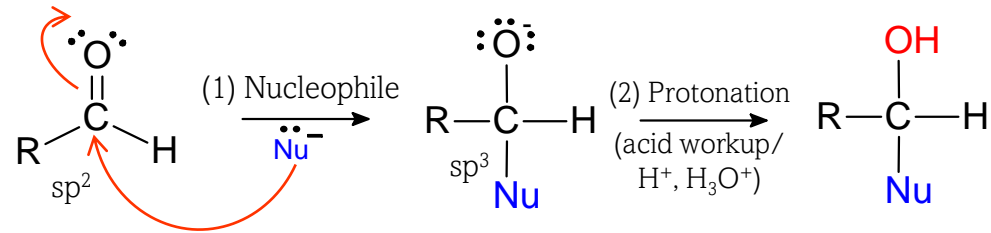
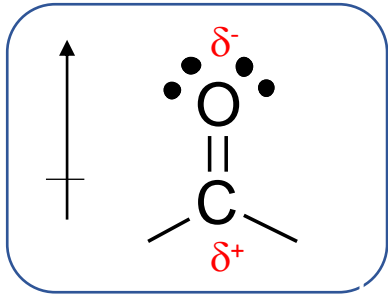
Acetone  
Carbonyl condensation reaction



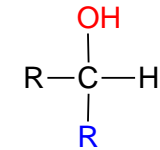




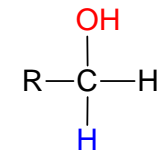
# Nucleophilic addition reaction to the C=O bond



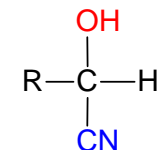
Grignard reaction  $\text{R-MgBr}$   
 Addition organo-Li  $\text{R-Li}$



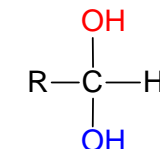
Reduction  $\text{NaBH}_4$   
 $\text{LiAlH}_4$



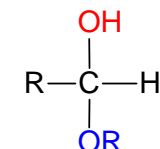
Addition cyanide  $-\text{CN}$



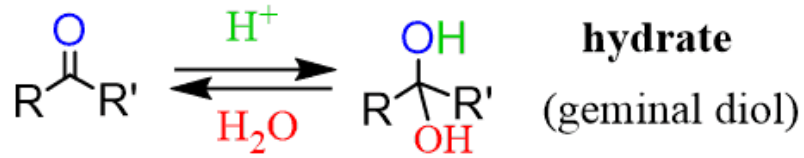
Addition hydroxide  $-\text{OH}$



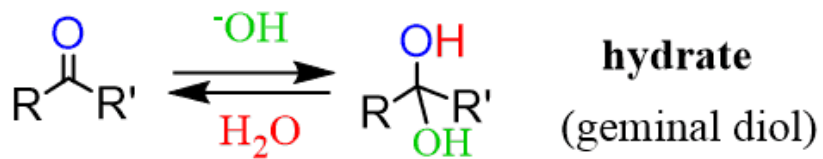
Addition alkoxide  $-\text{OR}$



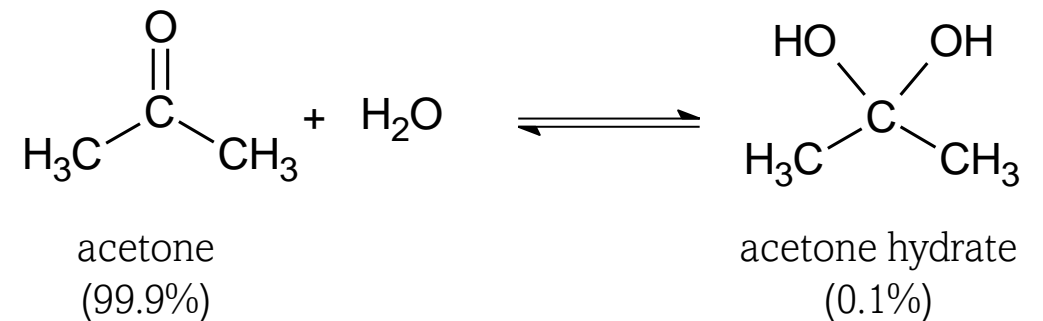
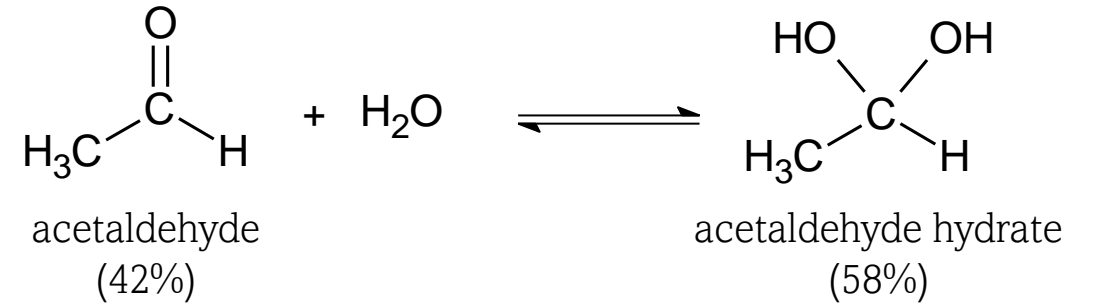
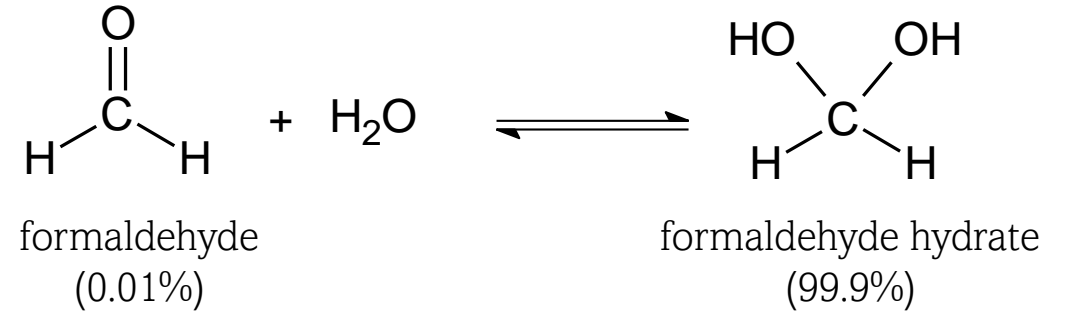
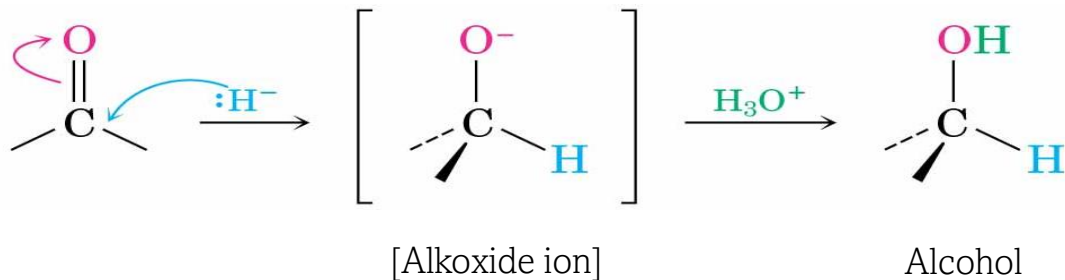
# Addition of hydride (Reduction)



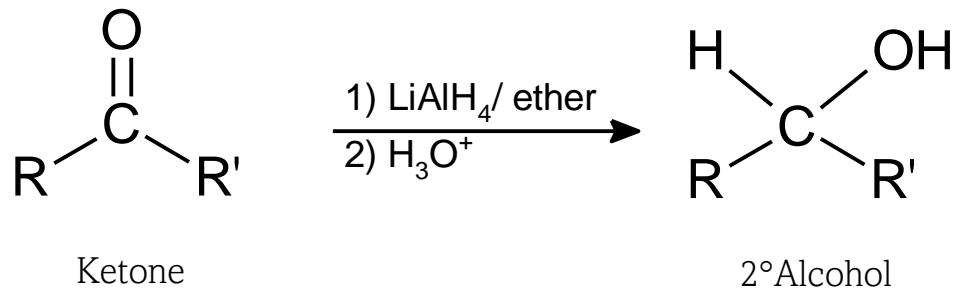
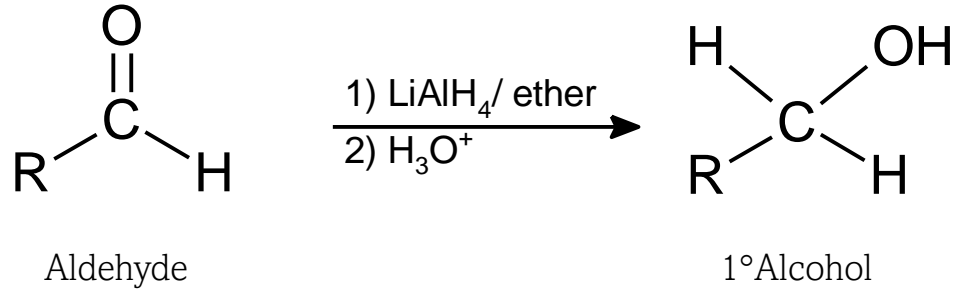
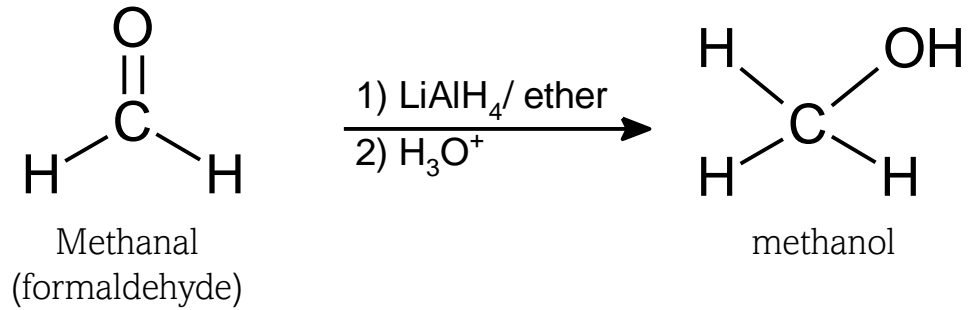
*Acid-Catalyzed Addition of water*



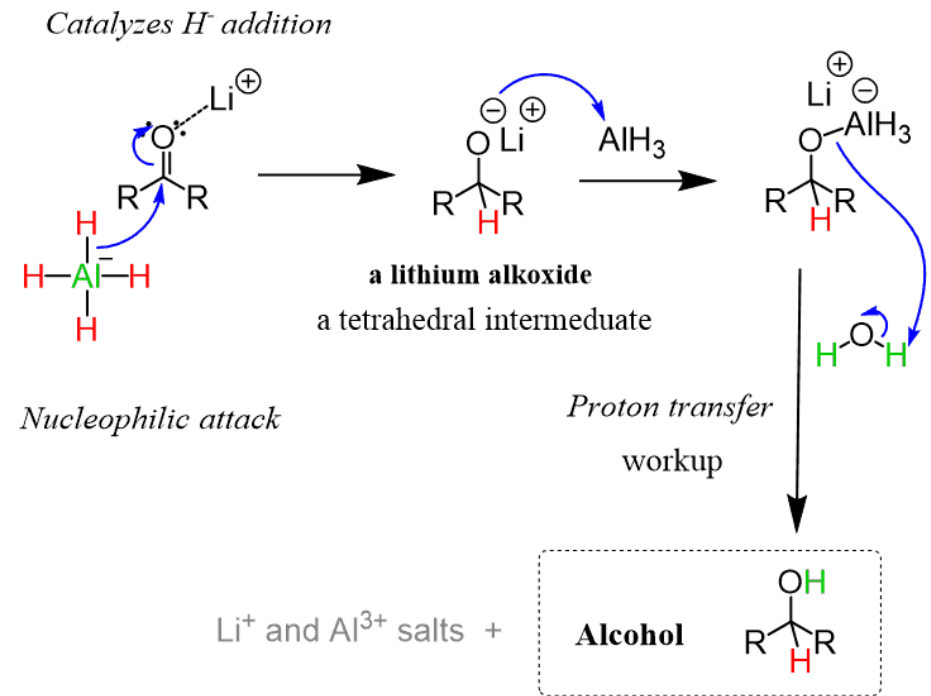
*Base-Catalyzed Addition of water*



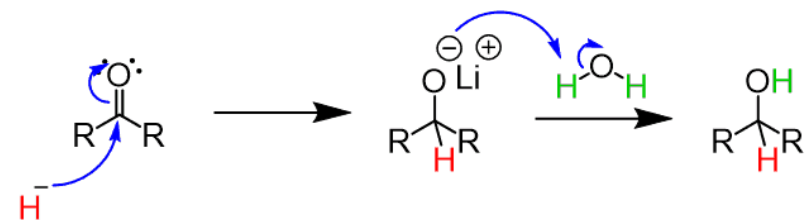
# Reduction by $\text{LiAlH}_4/\text{NaBH}_4$



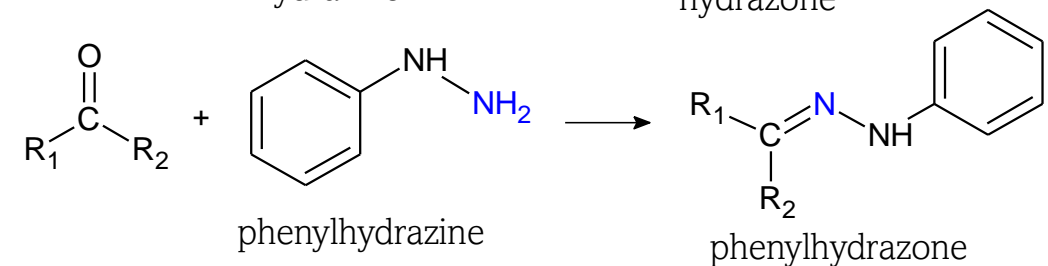
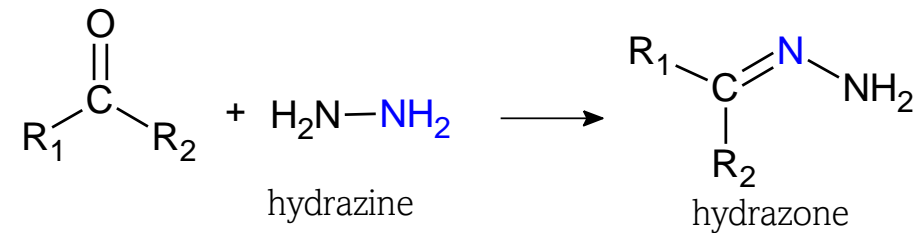
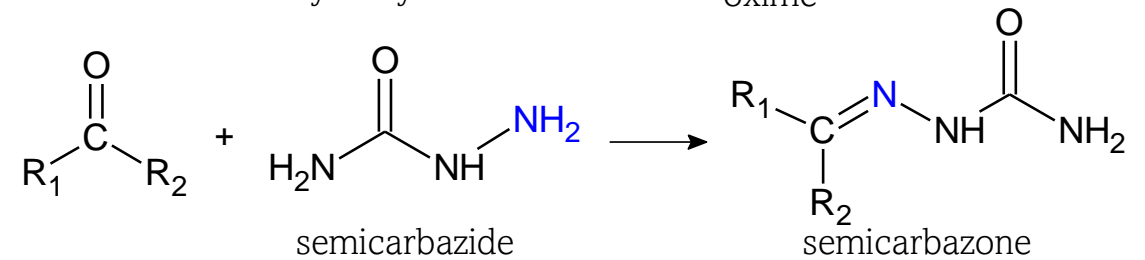
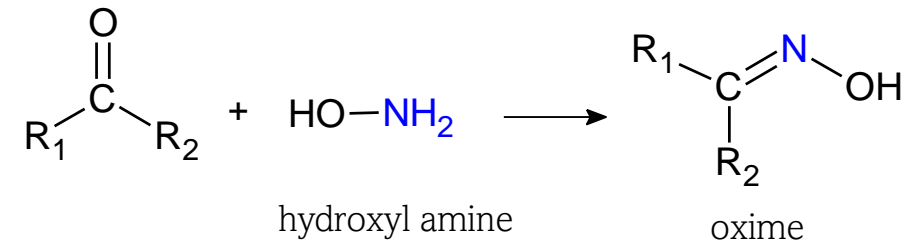
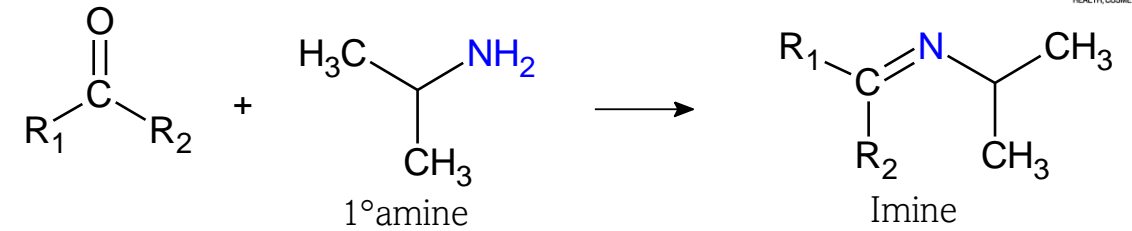
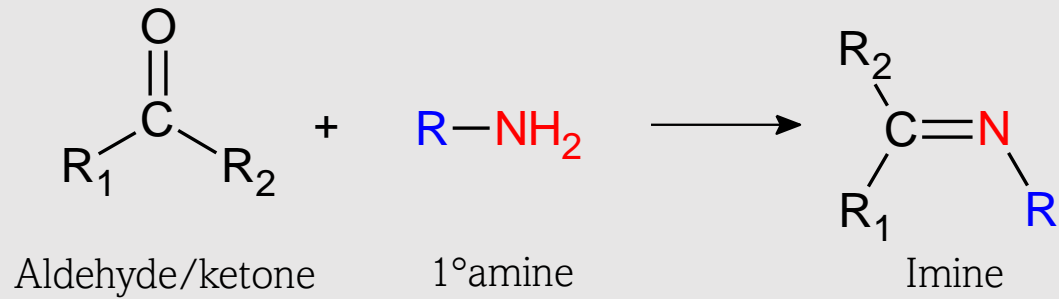
## Mechanism of aldehyde and ketone reduction by $\text{LiAlH}_4$



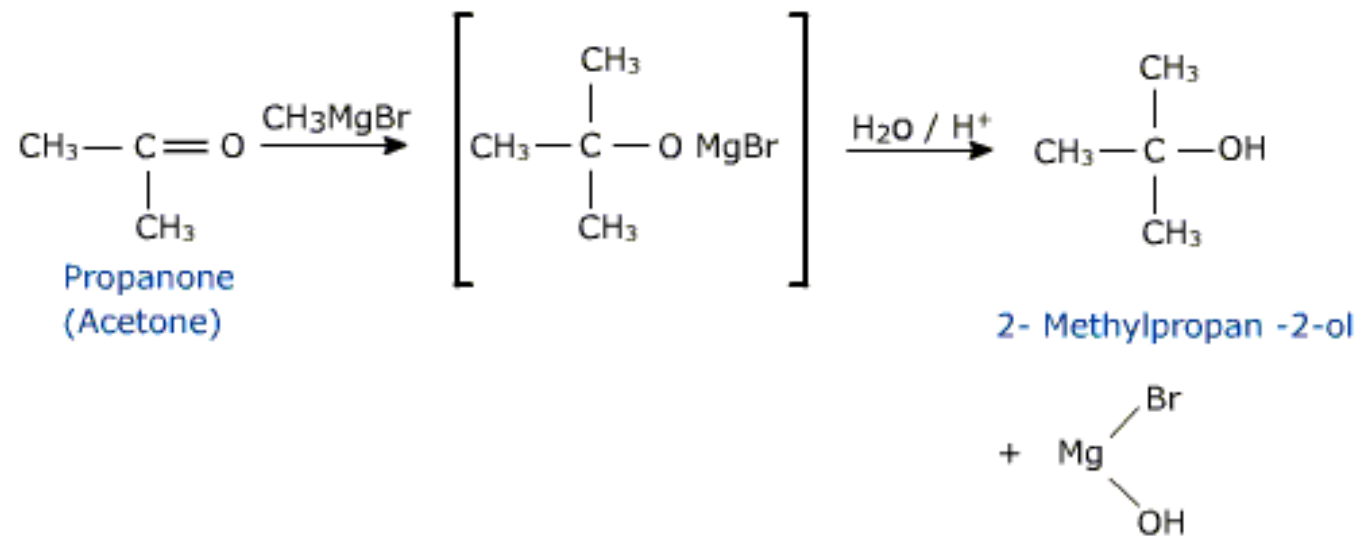
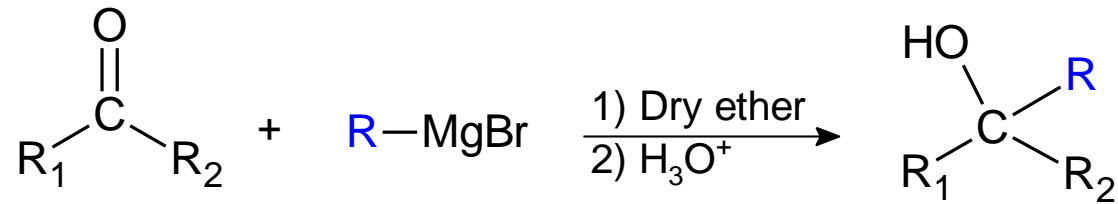
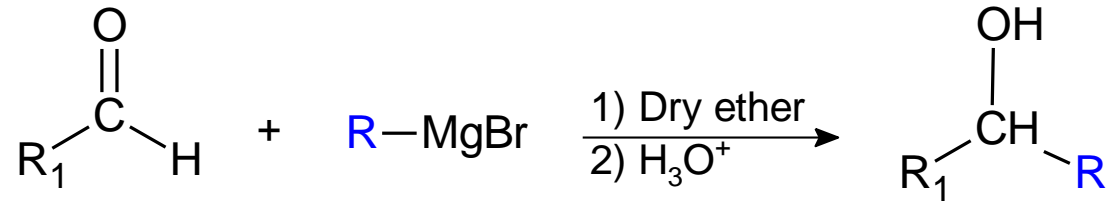
### Simplified version:



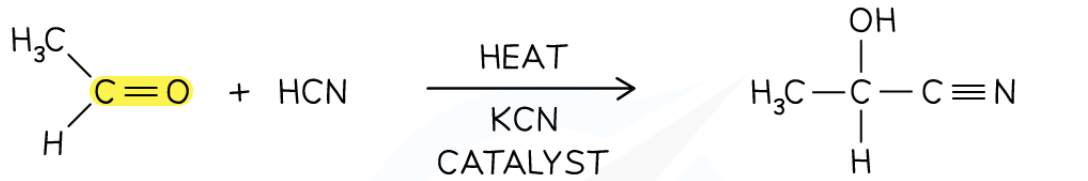
# Addition of Amine & ammonia derivatives



# Addition of Grignard Reagents

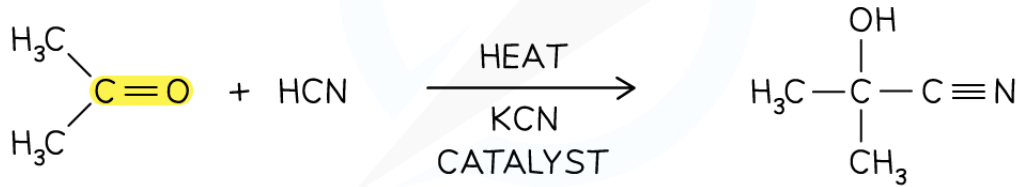


# Addition of Hydrogen Cyanide



ETHANAL  
(ALDEHYDE)

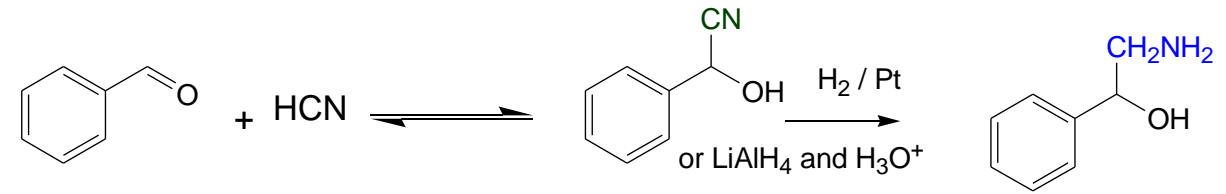
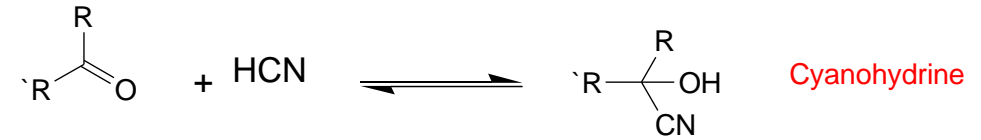
2-HYDROXYPROPANENITRILE



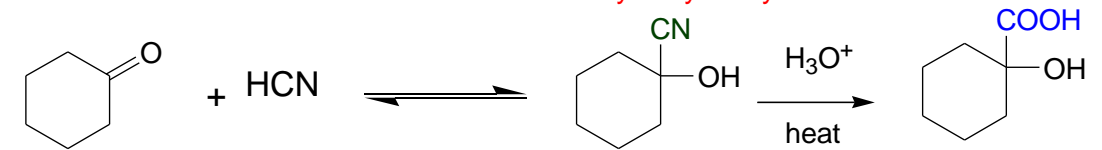
PROPANONE  
(KETONE)

2-METHYL-2-HYDROXY  
PROPANENITRILE

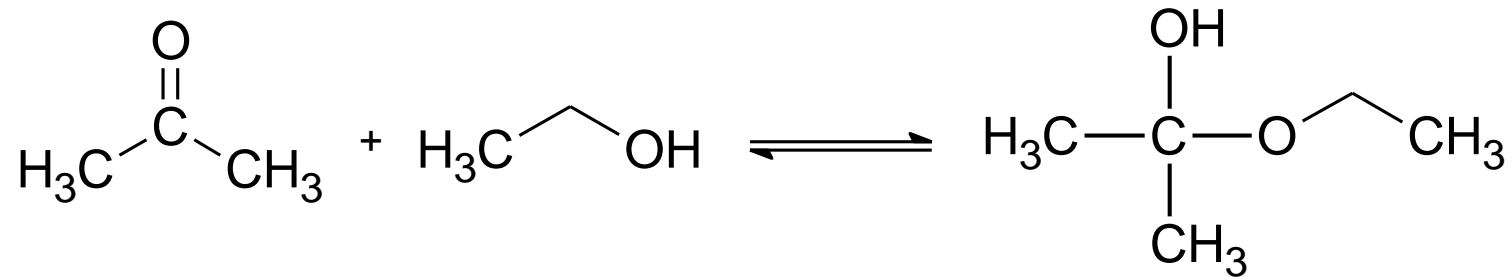
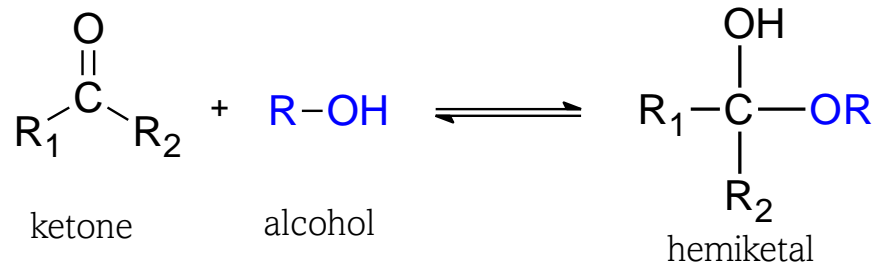
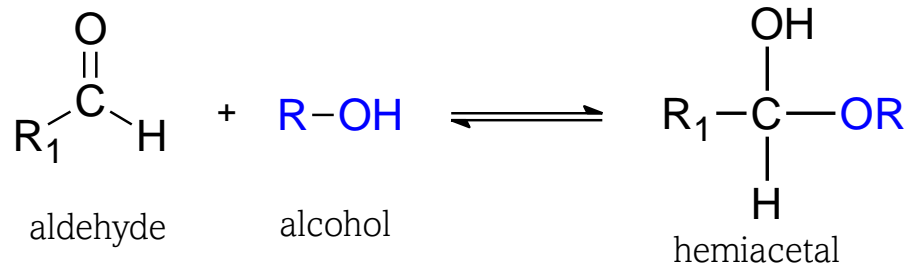
Copyright © Save My Exams. All Rights Reserved



Benzaldehyde cyanohydrine

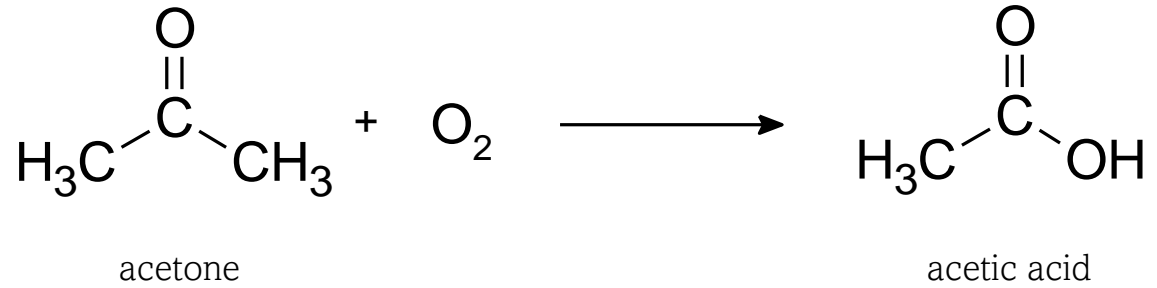
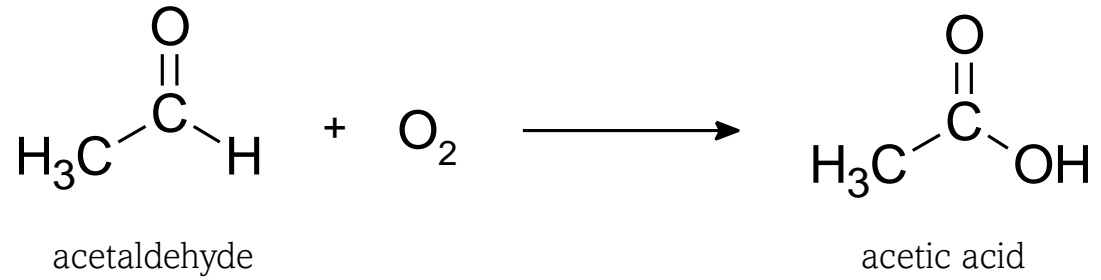


# Addition of alcohols

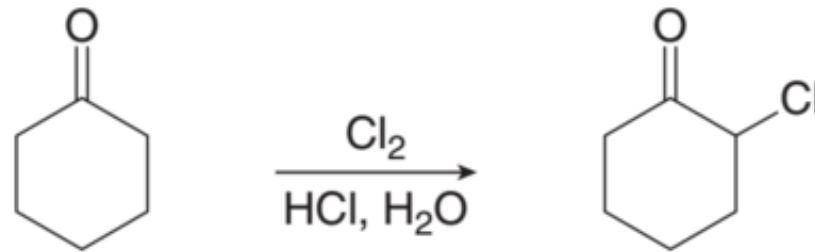
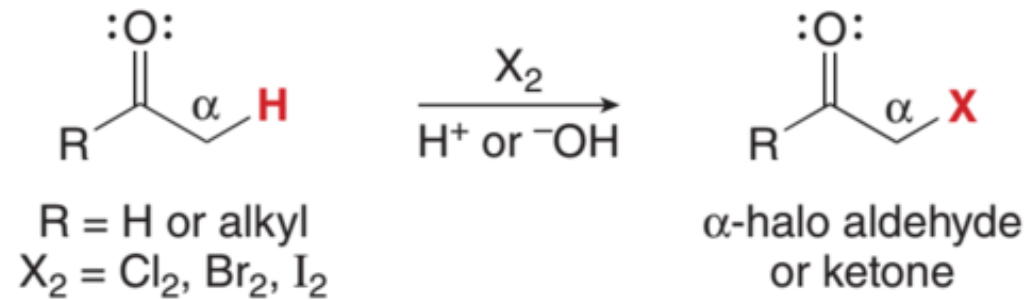
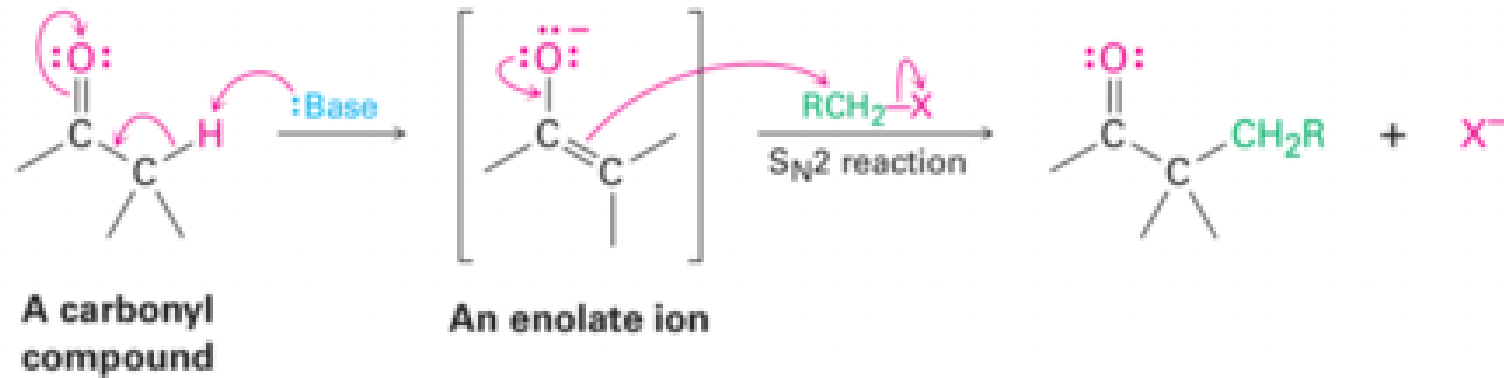


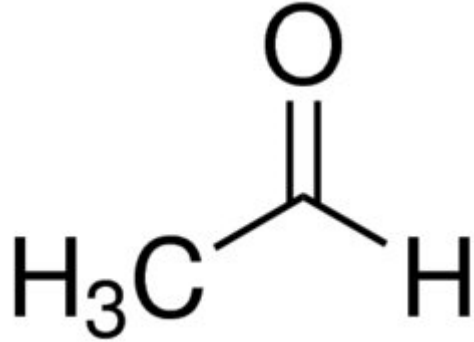


# Oxidation



# Alpha-Substitute reaction





Acetaldehyde  
(Ethanal)

ของเหลวไม่มีสี ติดไฟได้ง่าย ละลายในน้ำ มีกลิ่นฉุนมาก แต่ถ้าเจือจางลงจะมีกลิ่นเหมือนผลไม้ odor threshold อยู่ที่ 0.05 ppm (0.09 mg/m<sup>3</sup>) ใช้กลิ่นและอาการระคายเคือง เป็นสัญญาณเตือนได้ ระเหยเป็นไอที่อุณหภูมิห้อง เกิดในธรรมชาติอยู่ในกาแฟ ขนมปัง ผลไม้สุก และจากกระบวนการเผาผลาญอาหารของพืช

IARC carcinogenic class 2B ACGIH Carcinogenicity = A3  
มะเร็งที่เยื่อบุโพรงจมูก (nasal mucosa) และกล่องเสียง (larynx)  
ในสัตว์ทดลอง

## Food

Yogurt (from cow milk)

Bananas

Garlic

Peas (canned)

Lemon Flavor for baking

Orange Flavor

Orange Juice (direct Juice)

Orange soft drinks

Coffee, roasted, powder

## Acetaldehyde content mg/kg

6.05-17.42

1.88-18.27

5.60

4.49

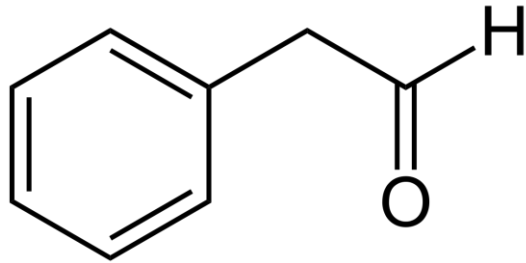
26.32

1416

5.89

14.01-16.30

1.15-40.15



phenylacetaldehyde

IUPAC : 2-phenyl ethanal

**การทำงาน/การออกฤทธิ์:** สารให้ความหอม สารให้กลิ่น  
น้ำหอม น้ำมันหอมระเหย

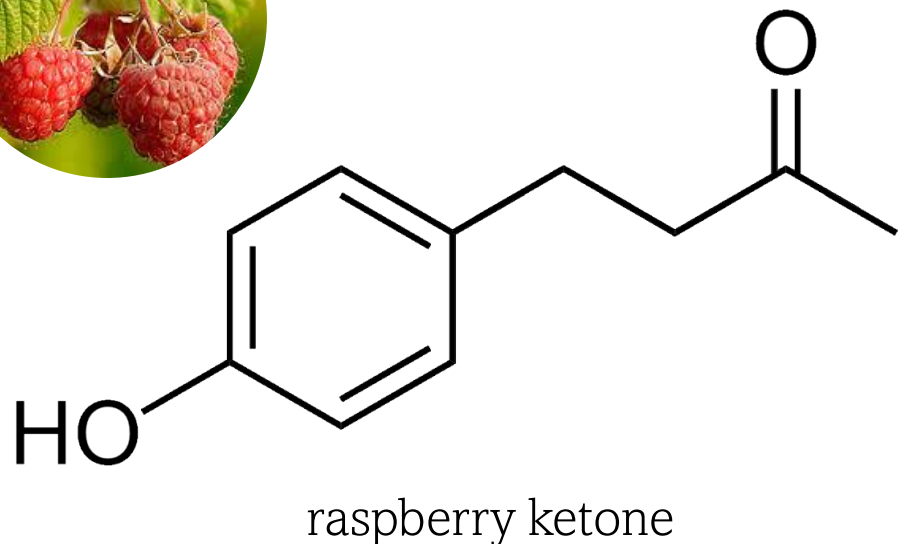
**ลักษณะกายภาพ:** colorless to pale yellow clear oily  
liquid (est)

**อายุของกลิ่น (ความติดทน):** 400Hour(s)

**ระดับความแรงของกลิ่น:** high ,recommmend smelling in  
a 10.00 % solution or less

**อัตราการใช้:** 0.10% - 5.00% (สามารถใช้มาก หรือน้อยกว่านี้  
ได้ โดย อ.ย. และผู้ผลิต ไม่ได้กำหนดอัตราต่ำหรือสูงไว้)

**อัตราการใช้แนะนำ:** 0.50%



สารสกัดจากผลราสเบอร์รี่ เป็น Phenolic จากธรรมชาติ อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่ม Anthocyanidins (แอนโธไซยานิน)

## ประโยชน์ของราสเบอร์รี่ คีโตน

- เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Anti-oxidant) ช่วยรักษาเซลล์จากการถูกทำลายจากอนุมูลอิสระ
- ช่วยเหนี่ยวนำเอ็นไซม์ไลเปส ช่วยเร่งกระบวนการเผาผลาญไขมันส่วนเกินให้เป็นพลังงานภายในเซลล์เพิ่มขึ้นจึงทำให้ร่างกายอบอุ่นขึ้นด้วย
- ช่วยควบคุมน้ำหนักโดยไม่มีผลข้างเคียง
- เป็นสารต้านทานการชรา (Anti-aging)

# #กิจกรรม work@class

## แบ่งกลุ่มทำกิจกรรม 6.2

มอบหมายโจทย์ให้แต่ละกลุ่ม  
ระดมสมองแก้ไขโดยวิธีการ  
ร่วมแสดงความคิดเห็น

ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ วิธีการแก้ไขโจทย์ปัญหา

- 1) หลักการสำคัญหรือหลักพื้นฐานที่ถูกต้อง
- 2) วิธีการคำนวณค่าที่ถูกต้อง
- 3) วิธีอธิบายเชิงพฤติกรรม (วิธีปฏิบัติ) ที่ถูกต้อง

โดยให้กลุ่มอื่น ๆ รับฟัง และซักถามในข้อที่สงสัย