16. 산소를 포함한 유기화합물
(Organic Compounds Containing Oxygen)

알코올과 에테르

알데히드, 케톤, 카르복시산과 에스테르

I 알코올과 에테르

- 산소를 포함하는 작용기들
- 알코올
- 직선 사슬의 알코올
- 고리형 및 방향족 알코올
- 알코올의 제조
- 알코올의 반응
- 에터

1. 산소를 포함하는 자용기들

- 작용기 (Functional group)

  유기화합물에서 그 특성의 원인이 되는 원자단 혹은 결합 양식

  독특한 성질이 되는 원자단

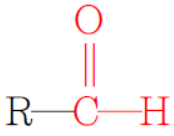
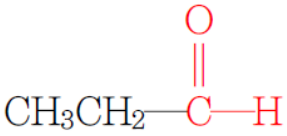
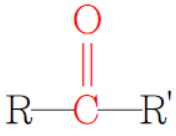
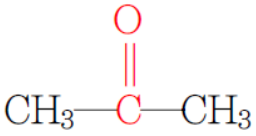
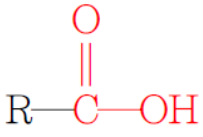
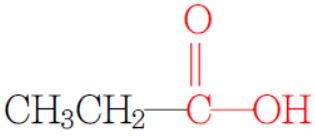
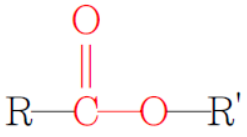
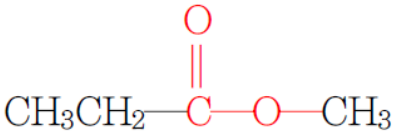
  알코올: 하이드록시기 (히드록시기) -OH C_2H_5OH

  유기산: 카복실기 (카르복시기) -COOH CH_3COOH

  아민: 아미노기 $-NH_2$

- 작용기에 따라 반응을 일으키고 특별한 화학적 성질을 갖음
- 작용기에서 R은 알킬기(Alkyl)를 의미

1. 산소를 포함하는 자용기들

작용기	화합물의 계열	대표적인 화합물	
R—OH	Alcohol 알코올	CH_3CH_2—OH	Ethanol
R—O—R'	Ether 에터 (에테르)	CH_3—O—CH_2CH_3	Ethyl methyl ether
	Aldehyde 알데하이드		Propanal
	Ketone 케톤		Propanone (Acetone)
	Carboxylic acid 카복실산 (카르복시산)		Propanoic acid
	Ester 에스터 (에스테르)		Methyl propanoate

- 작용기에서 R은 알킬기(Alkyl)를 의미

2. 알코올 (Alcohols)

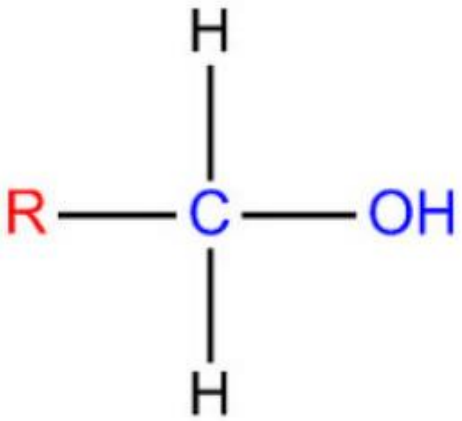
- 하이드록시 (Hydroxyl) -OH
- 일반식: ROH
- 중성 (※ 수산화 이온(OH^-)과 모양은 같지만 전혀 상관 없음)
- 극성: 하이드록시기의 산소가 수소와 수소결합을 이룸

- 명명법: 알칸+올(-ol), 알킬기+알코올
  예) 메탄올(Methanol), Met-OH, MetOH, 메틸 알코올 (Methyl Alcohol)
  에탄올(Ethanol), Et-OH, EtOH, 에틸 알코올 (Ethyl Alcohol)
  프로판올(Propanol), Pro-OH, ProOH, 프로필 알코올 (Propyl Alcohol)

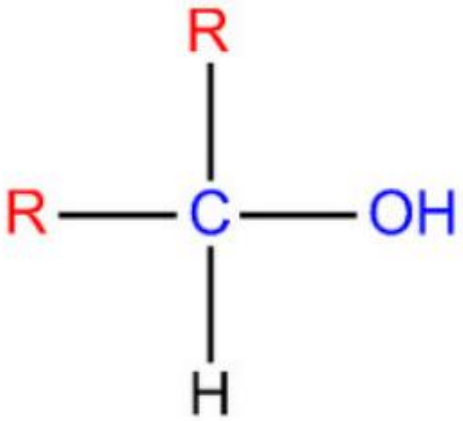
- 다른 화합물의 합성의 시발물질
- 유기화합물 중 가장 중요한 계열

2. 알코올 (Alcohols)

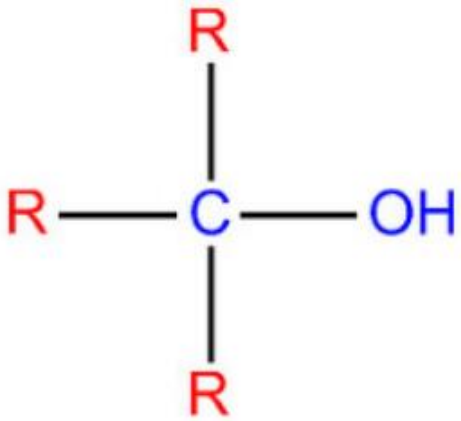
- 하이드록시기 (-OH)가 연결된 탄소에 직접 붙어있는 알킬기의 수에 따라
  - 1개: 1차 알코올 (Primary alcohol)
  - 2개: 2차 알코올 (Secondary alcohol)
  - 3개: 3차 알코올 (Tertiary alcohol)



1차 알코올



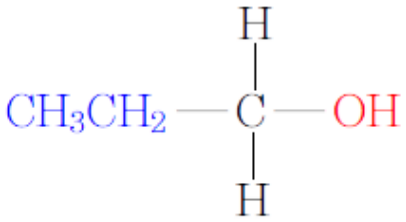
2차 알코올



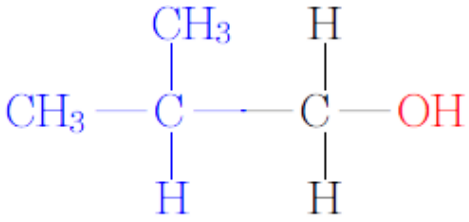
3차 알코올

2. 알코올 (Alcohols)

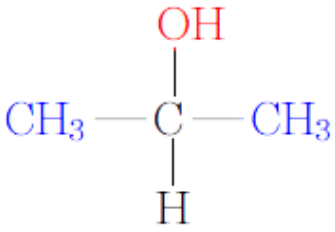
- 하이드록시기 (-OH)가 연결된 탄소에 직접 붙어있는 알킬기의 수에 따라
  1차 알코올, 2차 알코올, 3차 알코올



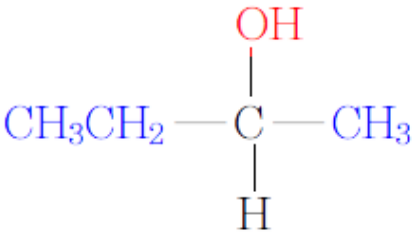
1-Propanol



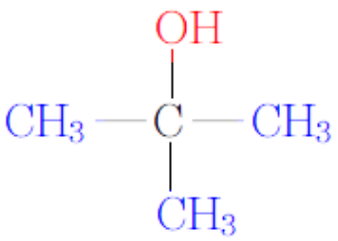
2-Methyl-1-propanol



2-Propanol

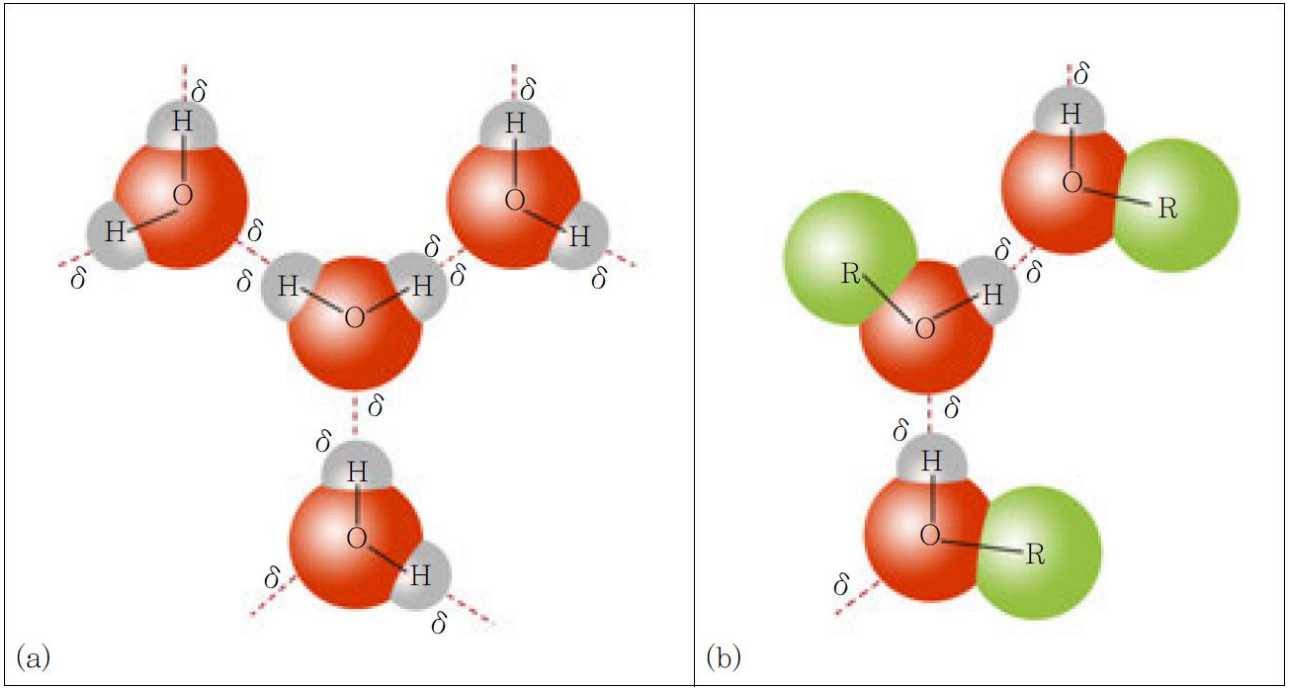


2-Butanol



2-Methyl-2-propanol

2. 알코올 (Alcohols)

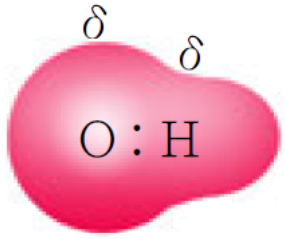


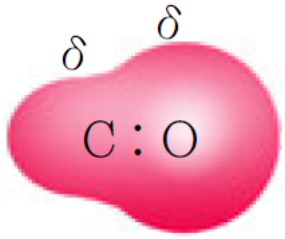
- 하이드록시기의 산소 원자는 수소결합을 형성, 물 분자와도 수소결합
- 극성을 띄며, 극성 용매에 용해됨

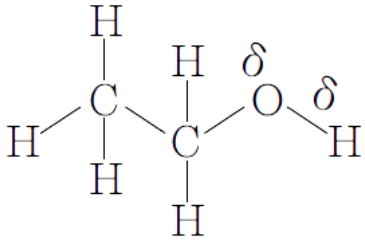
2. 알코올 (Alcohols)

- 알킬기(탄소, 비극성)와 히드록시기(극성)의 비율에 따라 용해도가 달라짐
- 탄소 사슬이 길어지면 극성 용매에 대한 용해도가 떨어짐 (사염화탄소에 잘 녹음)

화합물	구 조	용해도
Ethanol	CH_3CH_2OH	완전 용해
1-Pentanol	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	약간 용해
1,2-Pentanediol	$CH_3CH_2CH_2CHOHCH_2OH$	용 해
2-Hexanol	$CH_3(CH_2)_3CHOHCH_3$	매우 약간 용해
2,3-Hexanediol	$CH_3(CH_2)_2CHOHCHOHCH_3$	용 해
1-Decanol	$CH_3(CH_2)_8CH_2OH$	불 용 해







2. 알코올 (Alcohols)

- 끓는점에 영향을 주는 요소: 극성, 분자량, 수소결합의 여부

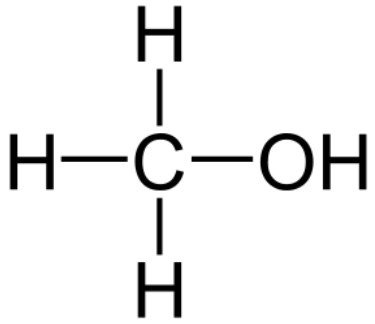
- 극성 하이드록시기(-OH)는 알코올 분자의 융해점과 끓는점에 영향을 끼침
- 분자량이 비슷한 알코올과 알케인을 비교하면, 극성인 알코올의 끓는점이 높음

  에탄올 (분자량 46)의 끓는점: 78℃ (상온에서 액체)
  프로페인 (분자량 44)의 끓는점: -45℃ (상온에서 기체)

  1-부탄올 (분자량 74)의 끓는점: 117℃
  펜테인 (분자량 72)의 끓는점: 36℃

3. 직선 사슬 (Straight Chain) 의 알코올

메탄올 (Methanol, Met-OH, MeOH, Methyl Alcohol)

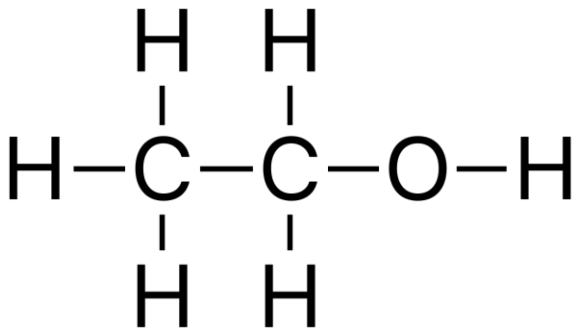


- 분자식: CH_3OH (1차 알코올)
- 끓는점: 64.7℃ (상온에서 액체)

- 인체 흡수 시, 폼알데하이드로 변환되어 치명적
- 독성이 매우 강하여 조금 마시면 눈이 멀고, 많이 마시면 사망에 이름
- 메탄올을 마셨을 때, 응급처치로 다량의 에탄올을 마시게 하는 방법이 있음
- 석유, 화학, 식품공업, 바이오디젤 생산에 이용

3. 직선 사슬 (Straight Chain) 의 알코올

에탄올 (Ethanol, Et-OH, EtOH, Ethyl Alcohol)



- 분자식: C_2H_5OH (1차 알코올)
- 끓는점: 78.4℃ (상온에서 액체)

- 극성 용매와 무기 용매를 둘 다 녹일 수 있음
- 술(음료)의 주재료, 70%은 소독용으로 사용
- 무수 에탄올: 물이 들어가 있지 않은 에탄올

3. 직선 사슬 (Straight Chain) 의 알코올

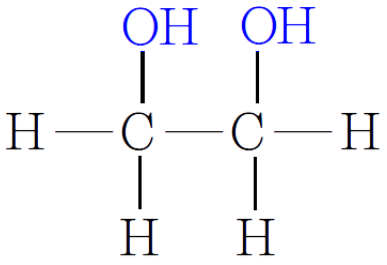
여러 개의 하이드록시기를 가진 알코올 (Polyhydric Alcohols)

- 하이드록시기(-OH)는 극성 작용기
- 하이드록시기가 많으면 분자는 더 극성을 띄게 됨
- 수소결합을 형성하여 끓는점이 높아짐

- 다수의 하이드록시기를 가진 화합물은 달콤한 맛이 남

에틸렌글리콜 (Ethylen glycol)

- 하이드록시기가 두 개 (Dihydric alcohol)



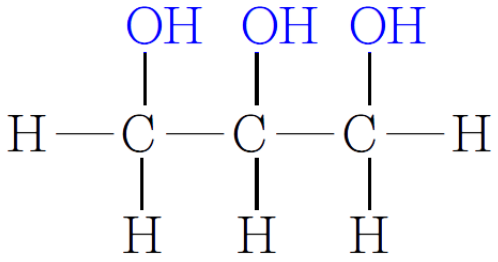
Ethylene glycol
(1,2-Ethanediol)

- 부동액, 합성 직물의 원료
- 무색, 물에 잘 녹는 극성 물질, 달콤한 맛
- 독성, 먹으면 죽음



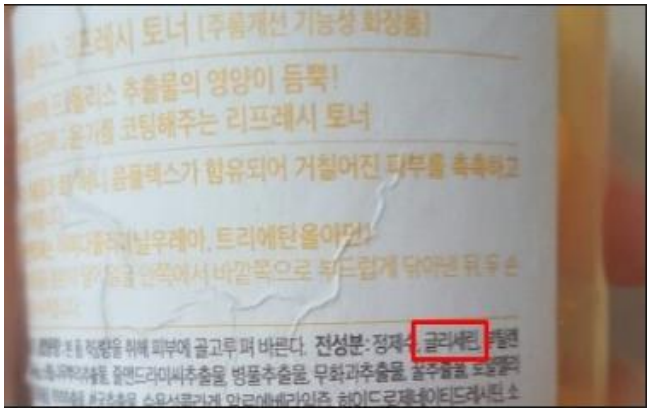
3. 직선 사슬 (Straight Chain) 의 알코올

글리세린 (Glycerin)
- 하이드록시기가 세개 (Trihydric Alcohol)
- 무거움



Glycerol
(1,2,3−Propanetriol)

- 독성이 없으며, 모든 천연 지방과 유지의 구성물
- 화장품의 주성분 (피부를 보호하며, 수분 증발 방지에 사용)
- 단 맛을 갖고 있어 약을 녹이는데 사용
- 윤활제로 사용
- 플라스틱의 구성분, 표면 코팅, 합성 직물의 원료



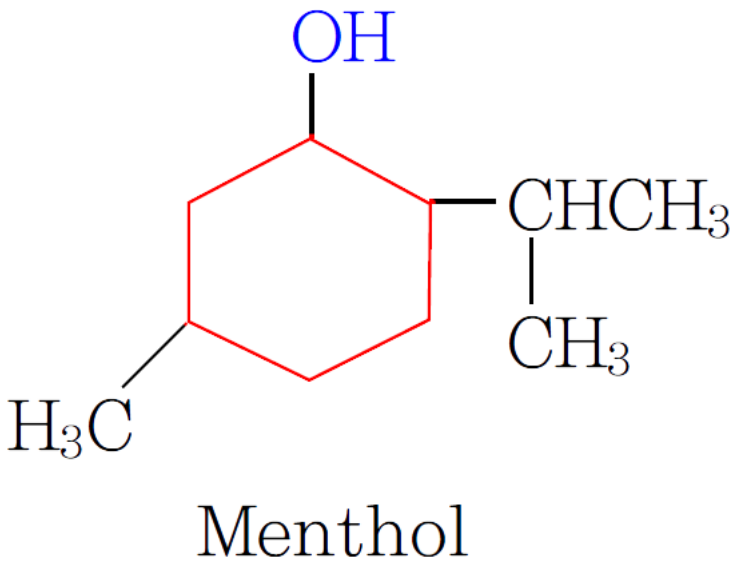
4. 고리형 및 방향족 알코올 (Cyclic and Aromatic Alcohols)

고리형 알코올 (Cyclic Alcohols)

- 하이드록시기(-OH)는 고리형 탄화수소에도 붙을 수 있음

사이클로헥세인 (Cyclohexane)에 하이드록시기(-OH)가 있는 경우

- 멘톨 (Menthol): 박하유(Peppermint oil)에서 발견된 물질



Menthol



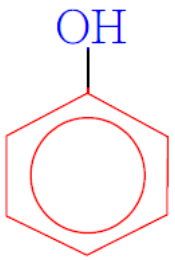
4. 고리형 및 방향족 알코올 (Cyclic and Aromatic Alcohols)

방향족 알코올 (Aromatic Alcohol)

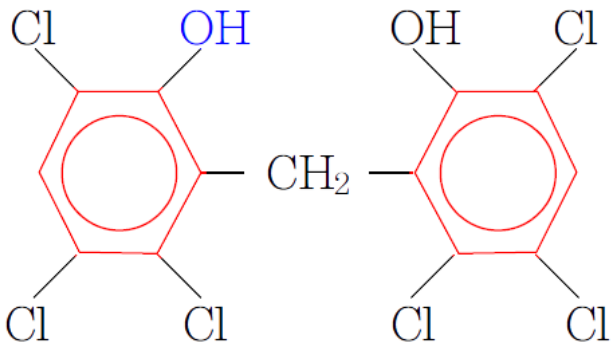
- 벤젠 고리에 있는 수소 원자 하나 이상이 하이드록시기로 치환되어 생성

페놀 (Phenol)

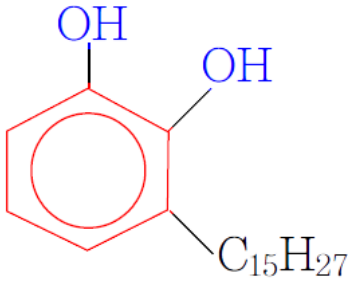
- 수소 하나가 하이드록시기로 치환
- 강력한 살균제
- 매우 독성이 강하며 피부를 통해 흡수될 경우 위험
- 살균력의 표준으로 사용되며 약품공업에 사용



Phenol



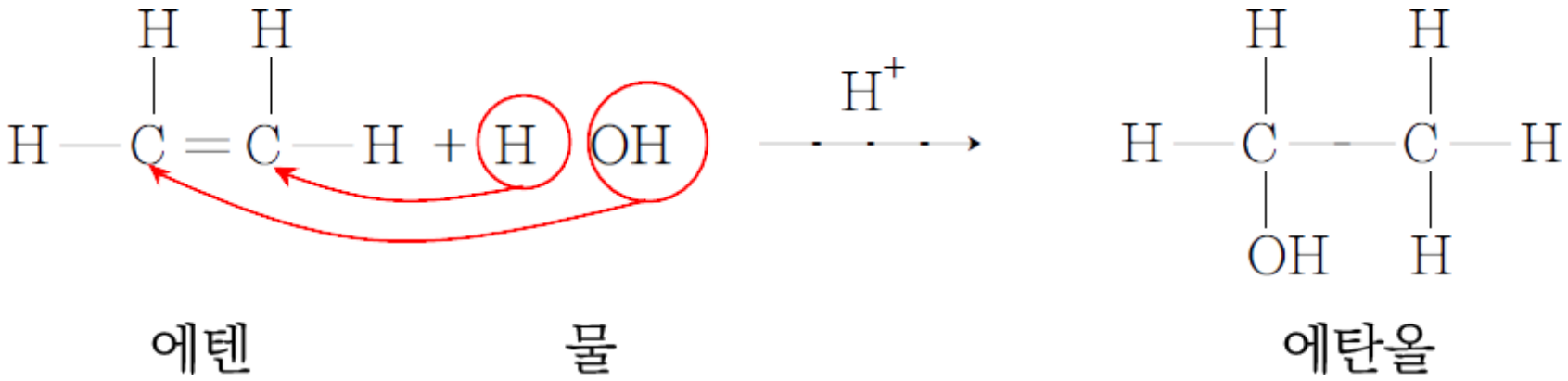
Hexachlorophene



Urushiol

5. 알코올의 제조 (Preparation of Alcohols)

- 수화(Hydration reaction): 산 존재 하에 알켄의 이중결합에 물을 첨가하여 제조



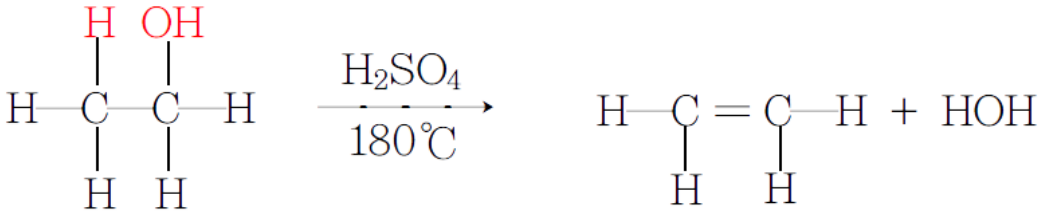
에텐 물 에탄올

- 경우에 따라 당분해 시 생성
- 촉매의 존재하에 알데하이드나 케톤에 수소 원자를 첨가하여 생성

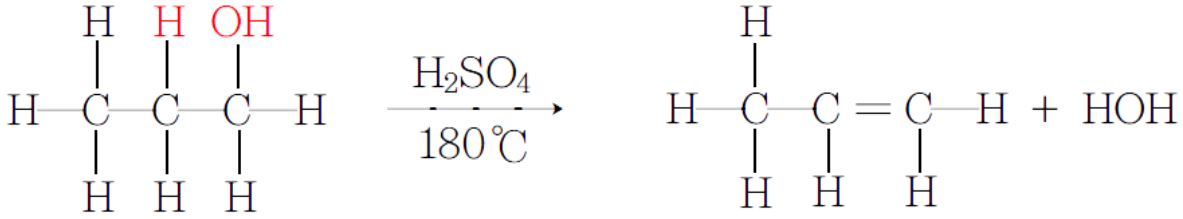
6. 알코올의 반응 (Reactions of Alcohols)

탈수 반응 (Dehydration)

- 알코올로부터 물 분자를 제거하여 불포화 탄화수소를 생성
- 3차 알코올에서 가장 쉬우며, 1차 알코올이 가장 어려움



Ethanol　　Ethene

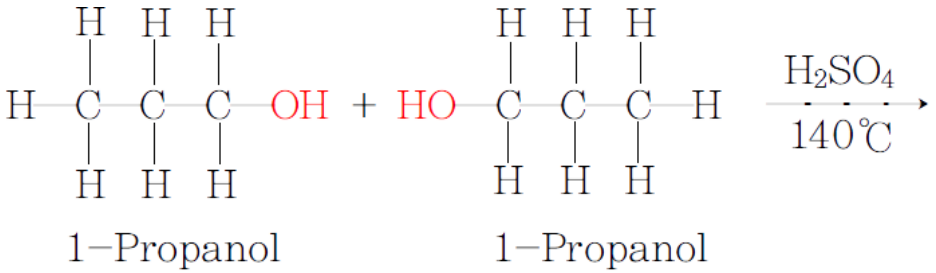


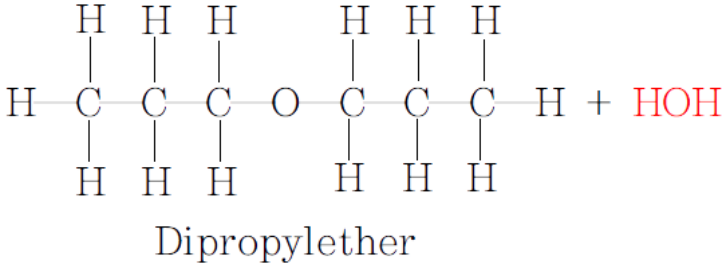
1−Propanol　　Propene

6. 알코올의 반응 (Reactions of Alcohols)

탈수 반응 (Dehydration)

- 낮은 온도에서 탈수 반응이 일어날 경우, 에터(에테르,Ether)를 형성

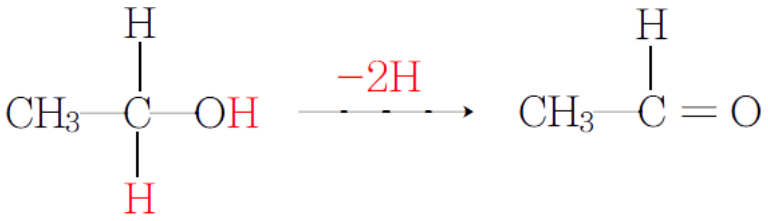




6. 알코올의 반응 (Reactions of Alcohols)

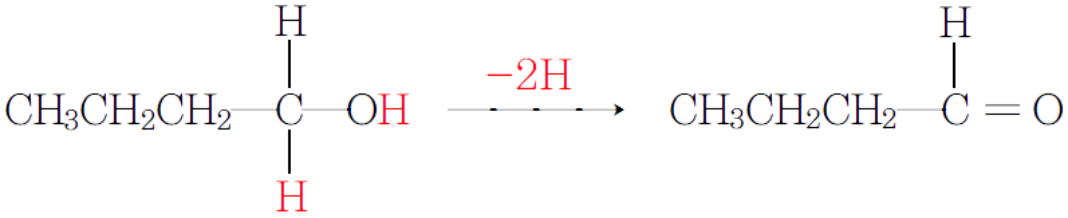
산화 반응 (Oxidation)

- 하이드록시기(-OH)에서 수소 원자 하나, 하이드록시기에 결합한 탄소에서 또 하나를 잃으며 반응 (3차 알코올은 산화반응 하지 않음)
- 1차 알코올: 알코올 → 알데하이드 (Aldehyde) (→ 카복실산 (Carboxylic acid))



Ethanol

Ethanal
(Acetadehyde)



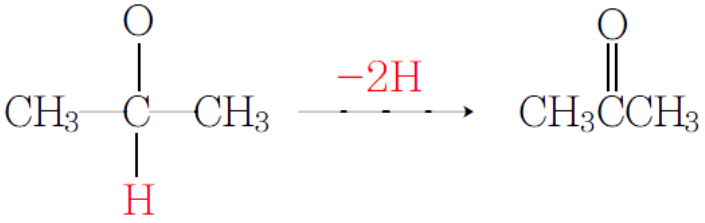
1−Butanal

Butanal

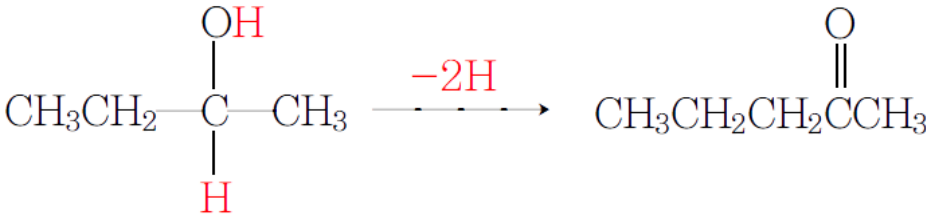
6. 알코올의 반응 (Reactions of Alcohols)

산화 반응 (Oxidation)

- 2차 알코올: 알코올 → 케톤 (Ketone)



2−Propanol　　2−Propanone (Acetone)



2−Butanal　　Butanone

7. 에터 (에테르, Ethers)

- 두 개의 탄소 원자 사이에 산소 원자가 결합된 작용기
- -C-O-C- 혹은 -R-O-R'-, ROR, ROR'

- 알케인보다는 물에 용해되나 일반적으로 비극성 용매에 용해
- 수소 결합이 없으므로 끓는점이 낮은 편
- 가연성 (불에 타기 쉬운 성질)

- 관용명 사용이 많음

  디메틸 에터 (디메틸 에테르) CH_3OCH_3: 마취제

  에틸메틸 에터 (에틸메틸 에테르) $CH_3OCH_2CH_3$

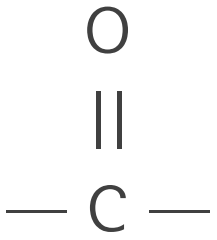
II 알데하이드, 케톤, 카르복시산과 에스테르 (Aldehyde, Ketone, Carboxylic Acids & Ester)

- 알데하이드와 케톤
- 중요한 알데하이드

8. 알데하이드 (Aldehyde) 와 케톤 (Ketone)

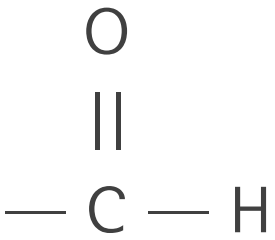
카복실기 (카르복시산, Carboxylic acid)

- 탄소 원자에 산소 원자가 이중결합한 작용기
- 알데하이드와 케톤은 카복실기를 가지고 있음
- 물에 잘 녹는 반응기



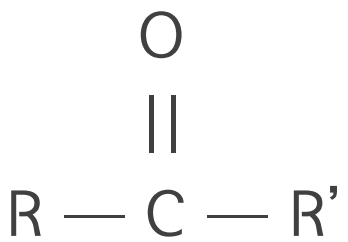
알데하이드 (알데히드, Aldehyde)

- RCHO
- 탄소사슬 끝에 카복실기를 가짐



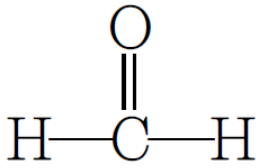
케톤 (Ketone)

- 카복실기가 분자 중간에 있음



9. 중요한 알데하이드와 케톤

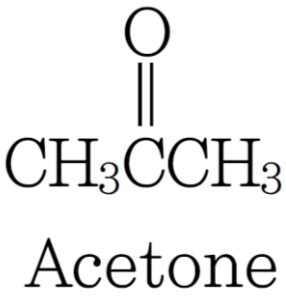
폼알데하이드 (포름알데히드, Formaldehyde)



- 분자식: HCHO
- 냄새가 자극적이며 물에 잘 녹는 성질을 지님
- 포르말린: 폼알데하이드 수용액
- 조직을 보존하는데 사용, 단백질을 변성시켜 조직을 경화
- 메탄올을 마셨을 때 위험한 이유는 메탄올이 산화되어 폼알데하이드를 형성

9. 중요한 알데하이드와 케톤

아세톤 (Acetone)

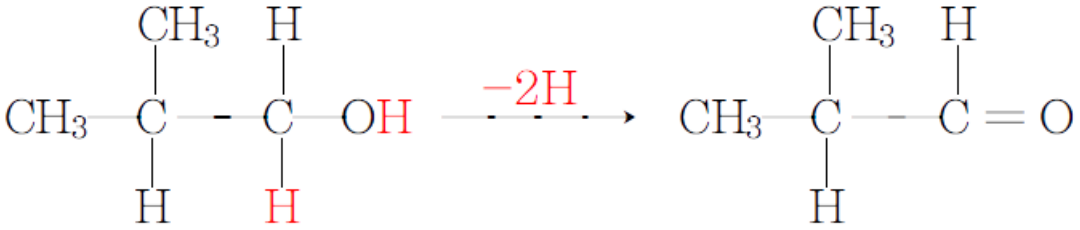


- 분자식: CH_3COCH_3
- 케톤 중 가장 간단한 물질
- 대사과정을 통해 생성, 분해되는 물질로 당뇨병이 생기면 아세톤이 다량 생성
- 메니큐어를 닦는데 사용

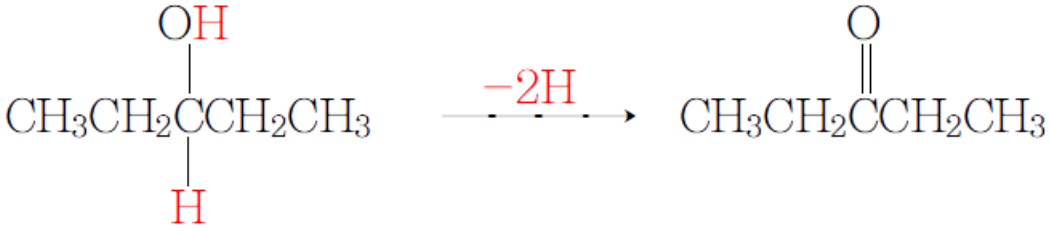
- 많은 알데하이드는 냄새와 맛을 가지고 있어 향수와 인조향을 생산하는데 사용
- 비극성이라 탄소 비율이 커지면 물에 안 녹을 수 있어 에탄올에 녹임

10. 알데하이드와 케톤의 제조

- 과망간산 포타슘 같은 산화제 하에 1차 알코올과 2차 알코올이 산화되어 생성



2−Methylpropanol　　2−Methylpropanal

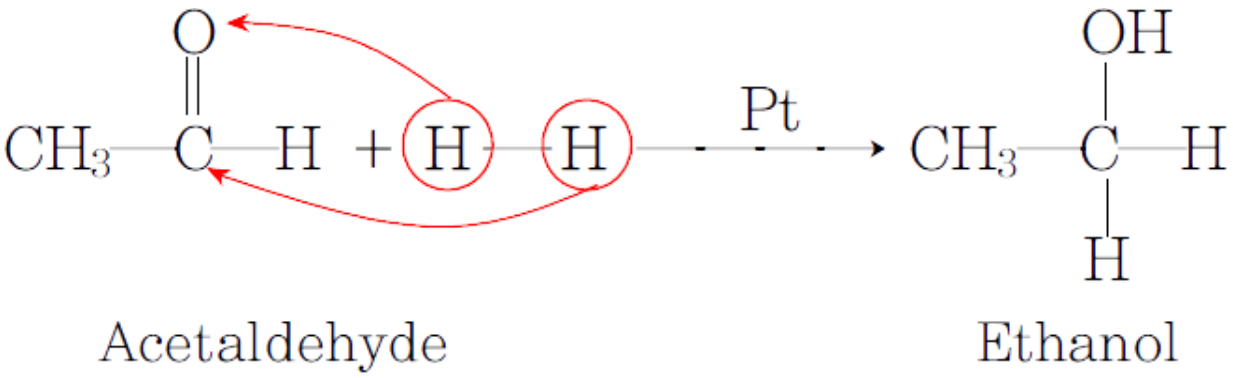


3−Pentanol　　3−Pentanone

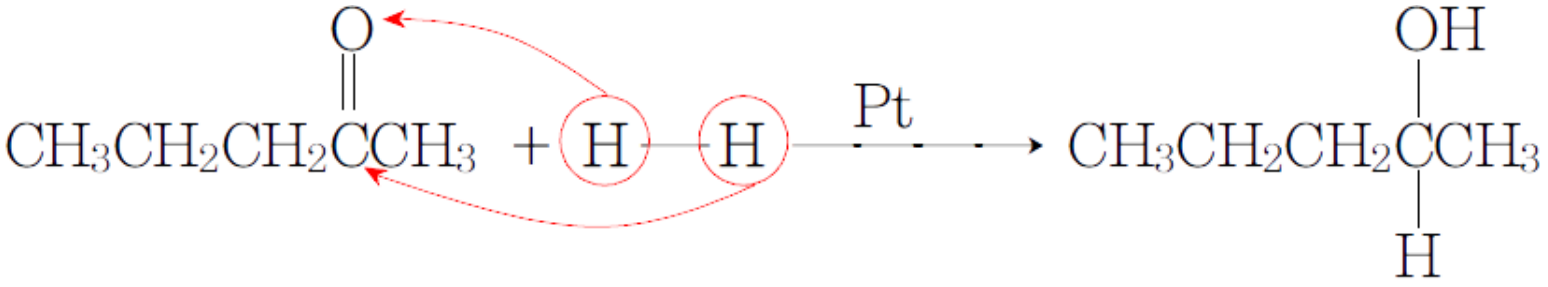
11. 알데하이드와 케톤의 반응

환원 반응 (Reduction)

- 알데하이드로부터 1차 알코올이, 케톤으로부터 2차 알코올이 생성
- 백금같은 촉매 존재하에 환원



Acetaldehyde　　Ethanol

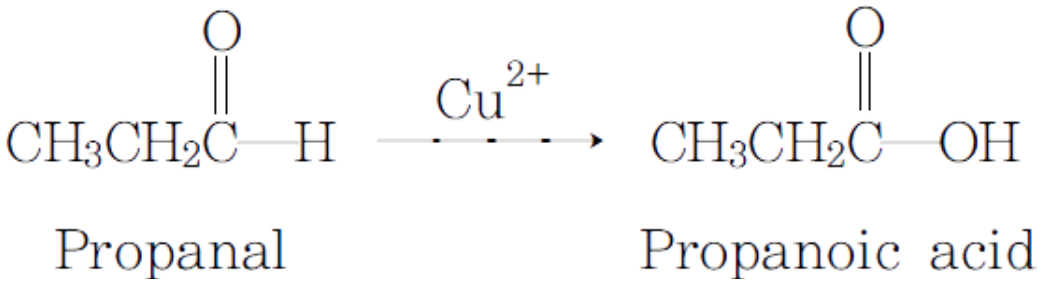


2–Pentanone　　2–Pentanol

11. 알데하이드와 케톤의 반응

산화 반응 (Oxidation)

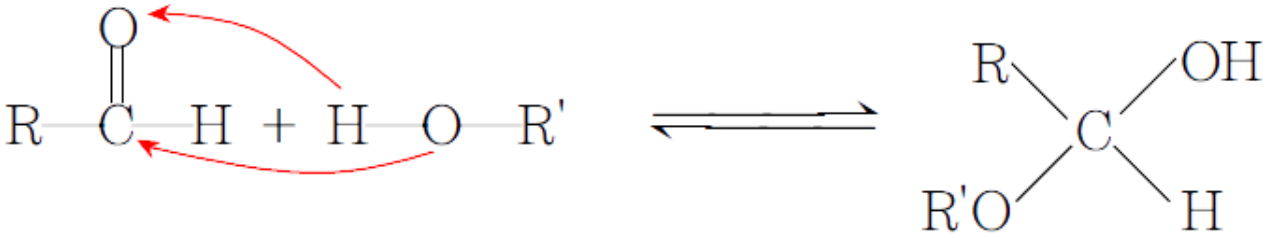
- 알데하이드는 쉽게 산화되어 카복실산을 생성



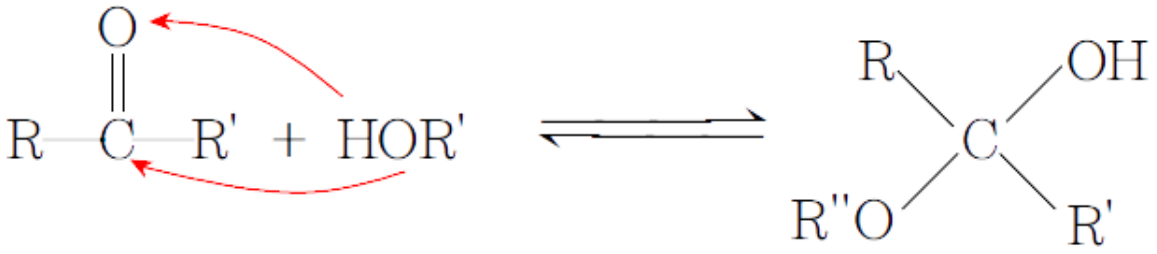
11. 알데하이드와 케톤의 반응

헤미아세탈 (Hemiacetal)과 헤미케탈 (Hemiketal) 형성

- 알코올에 알데하이드 혹은 케톤을 용해시키면 평형상태의 물질이 생성
- 알데하이드: 헤미아세탈, 케톤: 헤미케탈



hemiacetal

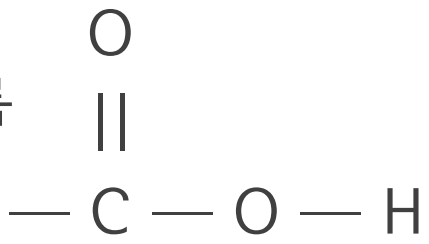


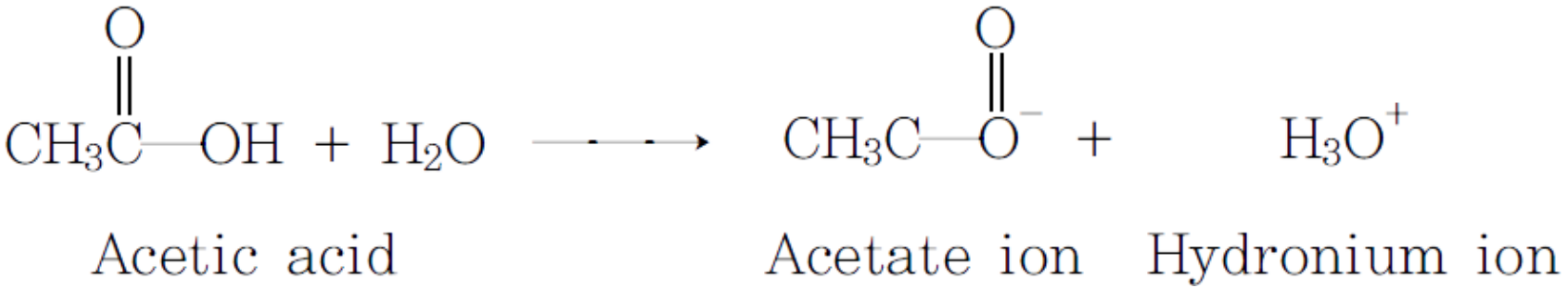
hemiketal

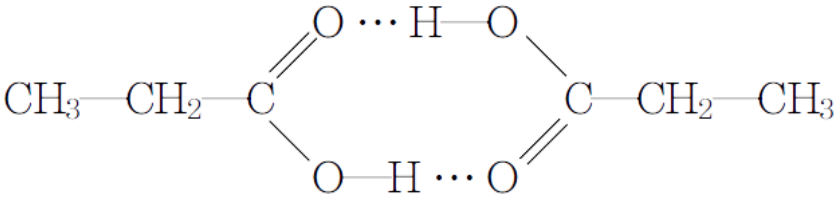
12. 카복실산 (카르복시산, Carboxylic Acids)

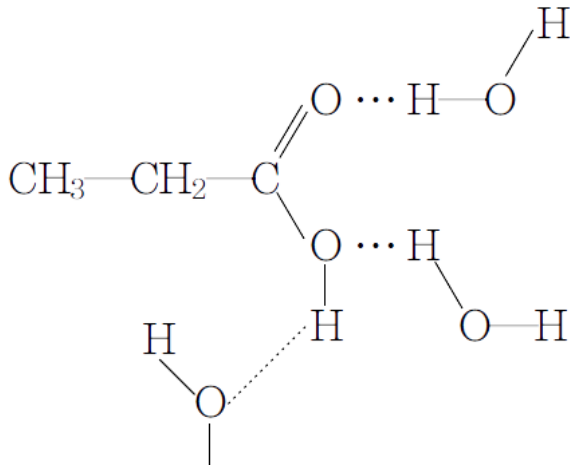
카복실산: 카르보실기와 하이드록시기를 가지는 유기산

- 이 때의 작용기를 카르복시 또는 카르복실산 작용기로 부름
- 명명: +산을 붙여 명명



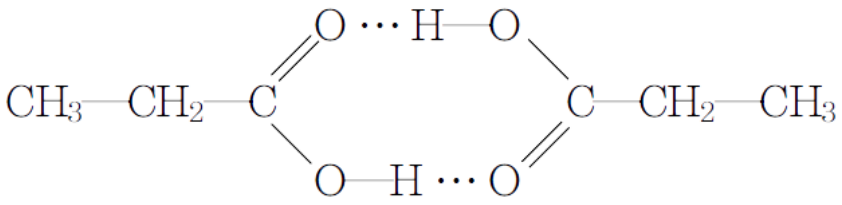


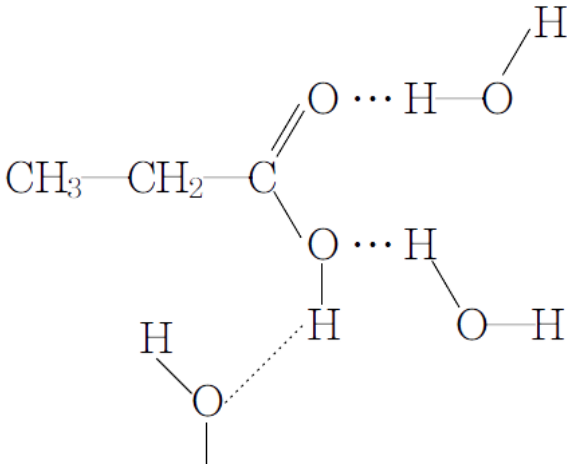




12. 카복실산 (카르복시산, Carboxylic Acids)

- 유기산은 무기산(질산, 황산, 할로젠산)과 비교하였을 때 매우 약한 산
- 지방에서 발견되기도 하여 지방산 (Fatty acid)라고도 함
- 수소 결합을 형성

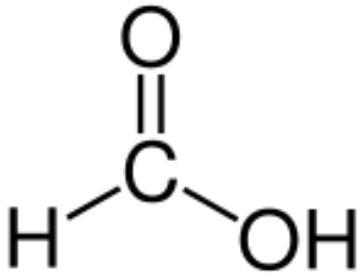




- 수소결합을 하여 끓는점이 높은 편
- 극성물질로 물에 잘 녹음

13. 중요한 카르복시산들

폼산 (포름산, Formic acid, Methanoic acid, 개미산)

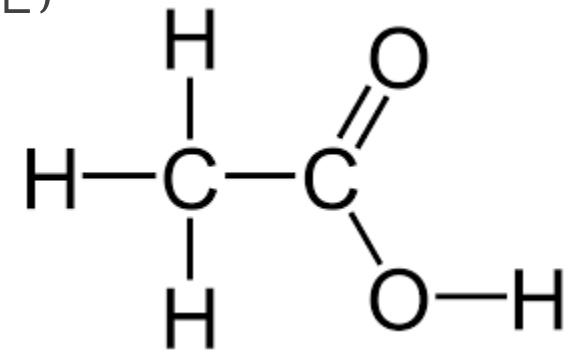


- 분자식: HCOOH
- 약산, 물과 많은 유기용매에 잘 용해됨
- 알데하이드기와 카르복실기를 가지고 있음

- 특유의 자극적인 냄새가 있으며 부식성을 갖음
- 혈액 속에 들어오면 심한 산독증을 야기

13. 중요한 카르복시산들

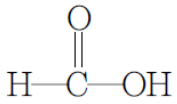
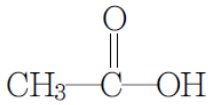
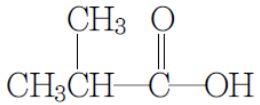
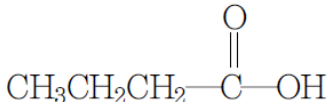
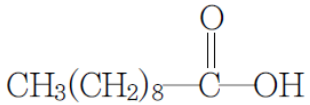
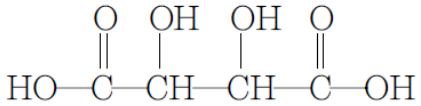
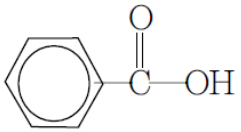
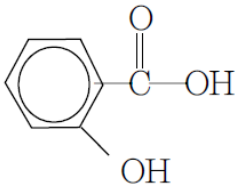
아세트산 (Acetic acid, 초산)



- 분자식: CH_3COOH
- 약산의 대표적인 물질
- 에탄올이 산화되어 생성

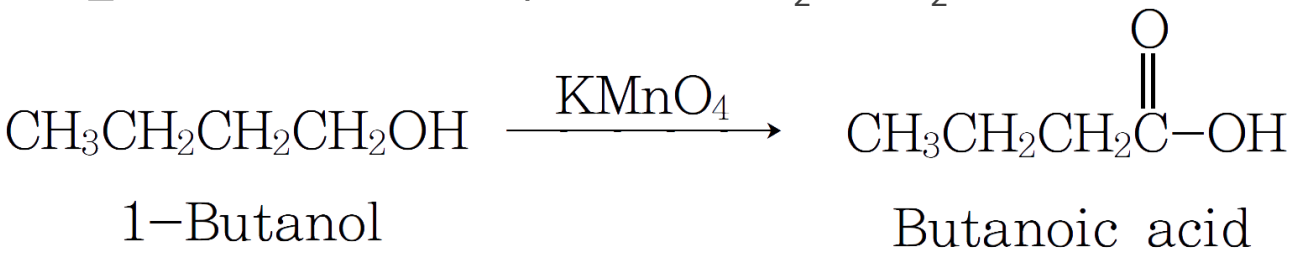
- 아세트산은 긴 사슬의 지방산으로 간세포에서 합성됨
- 어는점이 16.6℃
- 순도가 높은 아세트산(빙초산)은 부식성과 인화성을 띔

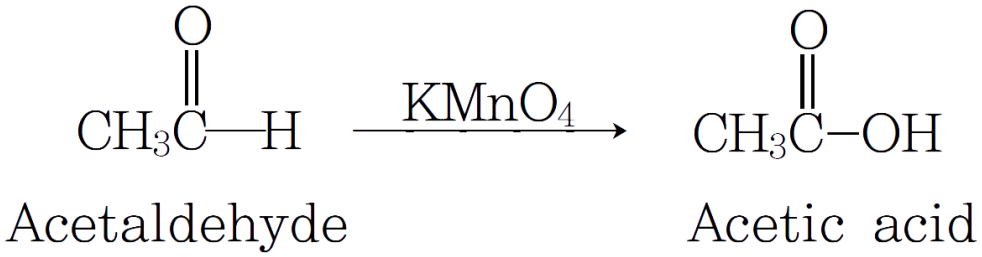
13. 중요한 카르복시산들

관용명	IUPAC명	구 조
Formic acid	Methanoic acid	
Acetic acid	Ethanoic acid	
Lactic acid	2-Hydroxypropanoic acid	
Butyric acid	Butanoic aicd	
Capric acid	Decanoic acid	
Tartaric acid	2,3-Dihydroxybutanedioic acid	
Benzoic acid	Benzoic acid	
Salicylic acid	o-Hydroxybenzoic acid	

14. 카르복시산의 제조 (Preparation of Carboxylic Acid)

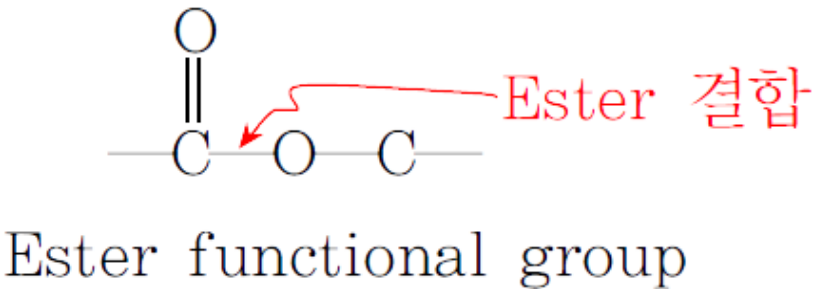
- 강한 산화제의 존재하에 1차 알코올 또는 알데하이드의 산화에 의해 제조
- 알코올 → 알데하이드 → 카르복시산 → CO_2 와 H_2O



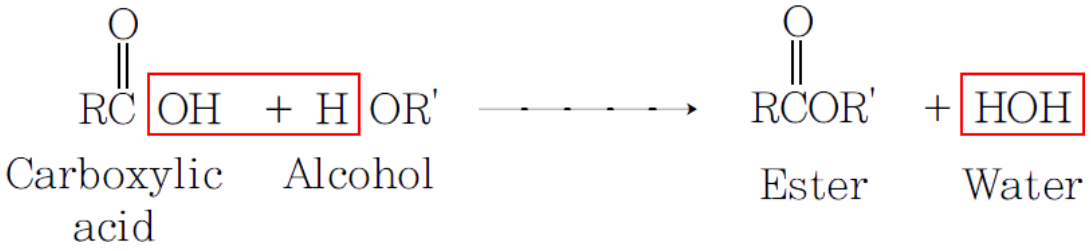


15. 에스터 (에스테르, Esters)

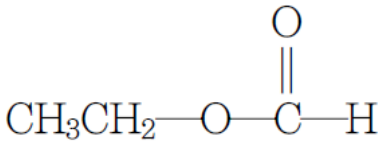
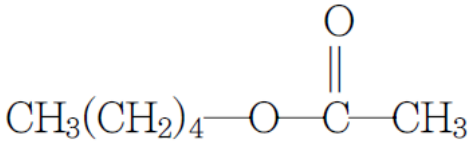
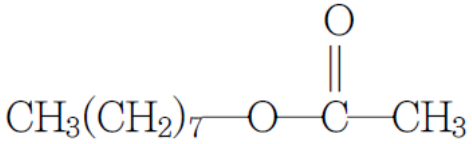
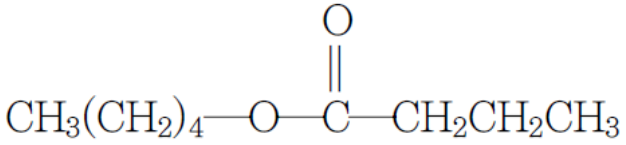
- 카르복시산에서 유래된 작용기
- 각 에스터기는 꽃과 과일향을 냄



- 에스터화 (Esterification): 산 촉매 존재 하에 알코올과 카복실산이 반응하여 생성
- 카복실산과 알코올 분자에서 물분자가 제거됨

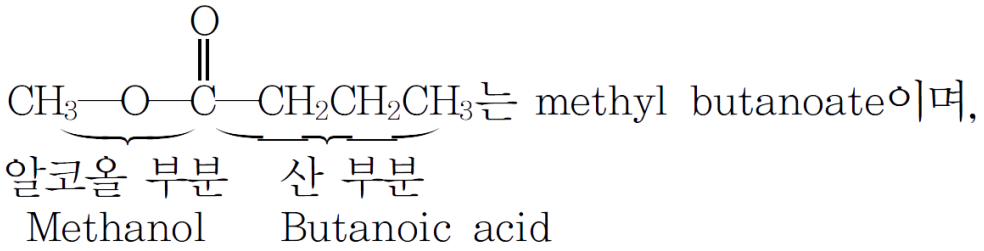


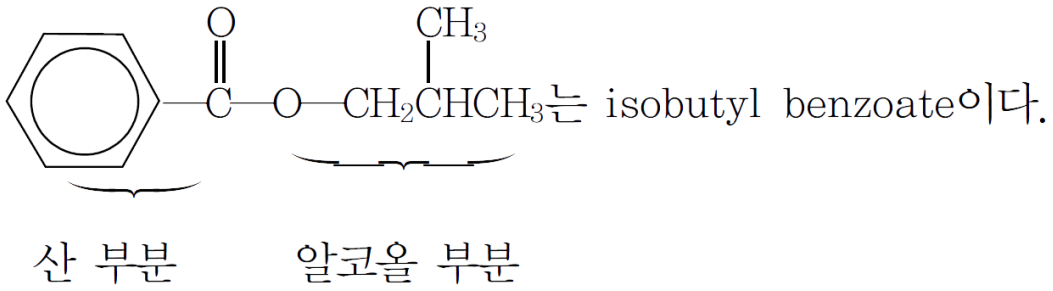
15. 에스터 (에스테르, Esters)

IUPAC명(관용명)	구 조	향
Ethyl methanoate (ethyl formate)		Rum
Pentyl ethanoate (ayl acetate)		Banana
Octyl ethanoate (octyl acetate)		Orange
Pentyl butanoate (amyl butyate)		Apricot

15. 에스터 (에스테르, Esters)

- 축합 반응 (Condensation Reaction): 두 개의 반응분자로부터 물 분자가 제거되고 그 결과 하나의 분자를 생성하는 반응
- 에스터화도 축합반응 중 하나

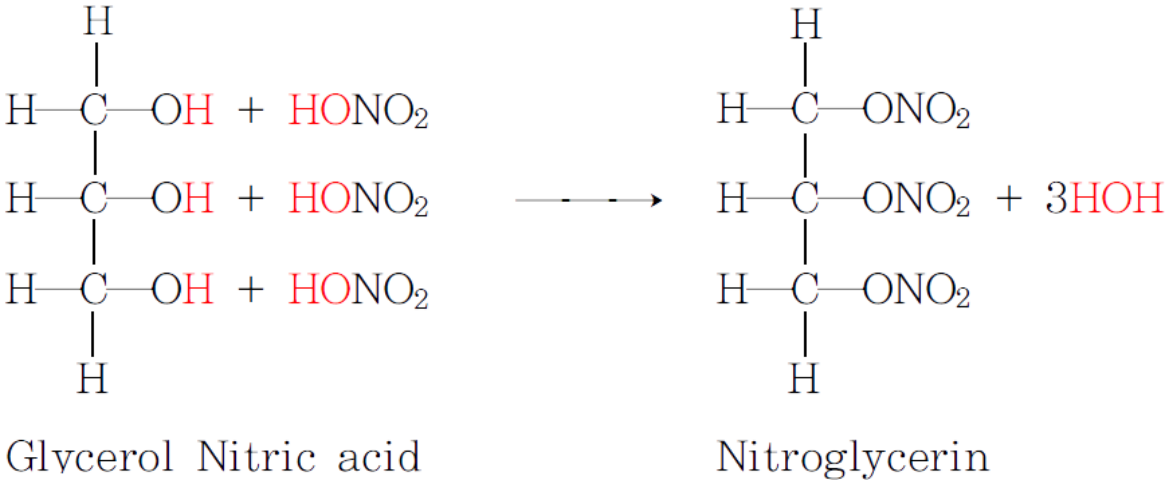




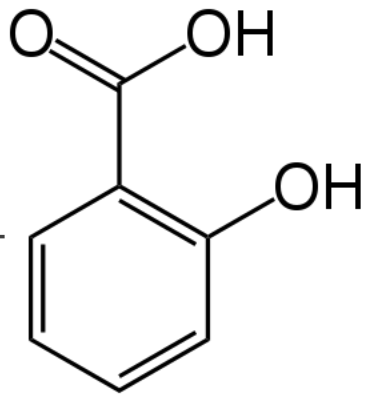
16. 중요한 에스터들

나이트로글리세린 (Nitroglycerin)

- 무기산 (Nitric acid)과 글리세롤 사이의 축합 반응에 의해 형성된 에스터
- 심장병인 협심증의 고통완화에 사용
- 좁아진 혈관을 확장시키고 동맥의 평활근을 완화시켜 고혈압을 낮춤



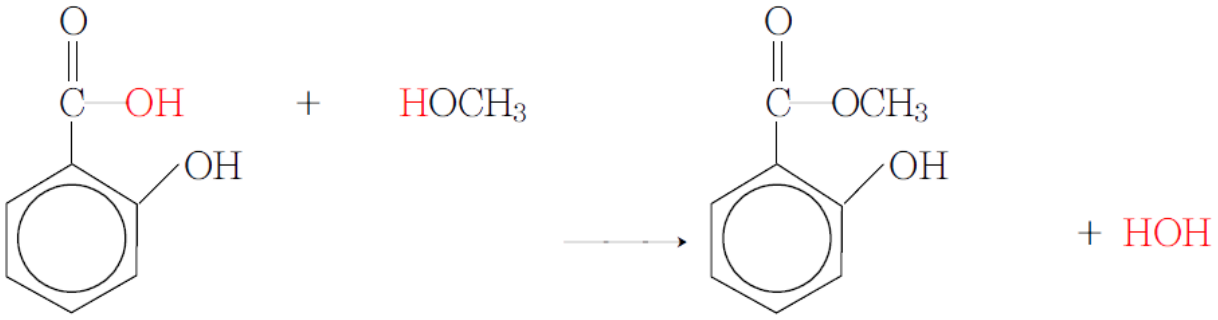
16. 중요한 에스터들



살리실산 (Salicylic Acid) 에스터

- 살리실산: 카복실산과 하이드록시기를 가진 방향족 화합물

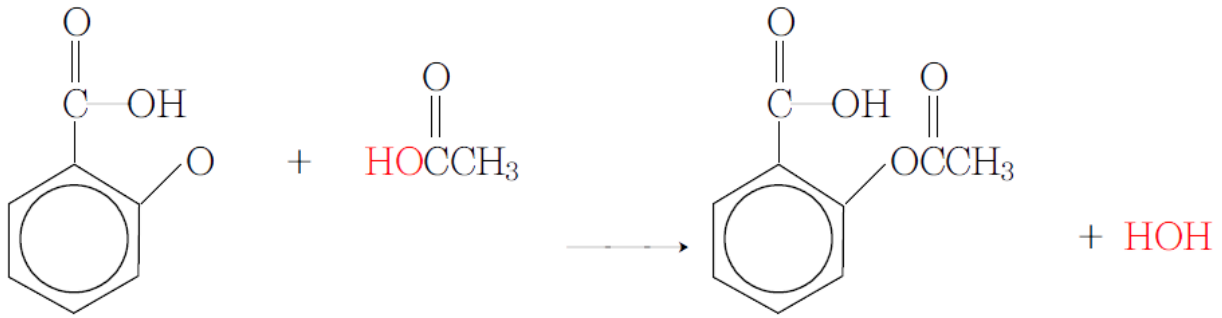
- 살리실산 (카복실산) + 메탄올 (알코올) → 살리실산 메틸
- 소염 진통제, 바르는 용도, 파스
- 복용시에 메탄올이 형성되어 폼알데하이드 생성



Salicylic acid Methanol Methyl salicylate

16. 중요한 에스터들

- 살리실산 (하이드록시) + 아세트산 (카복실산) → 아세틸 살리실산
- 아스피린
- 소염진통제, 해열제, 항생제



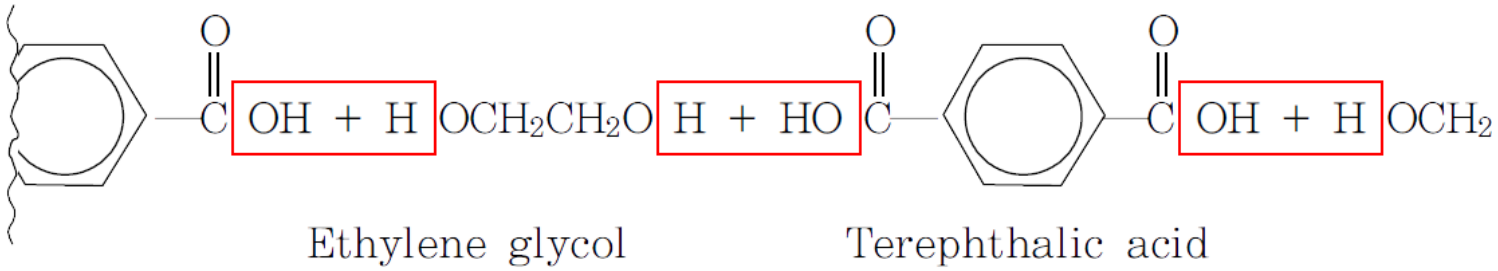
Salicylic acid　　Acetic acid　　Acetylsalicylic acid (Aspirin)

- 다량 복용 시 속이 쓰림 (개선한 것이 아세트 아미노펜, 타이레놀)

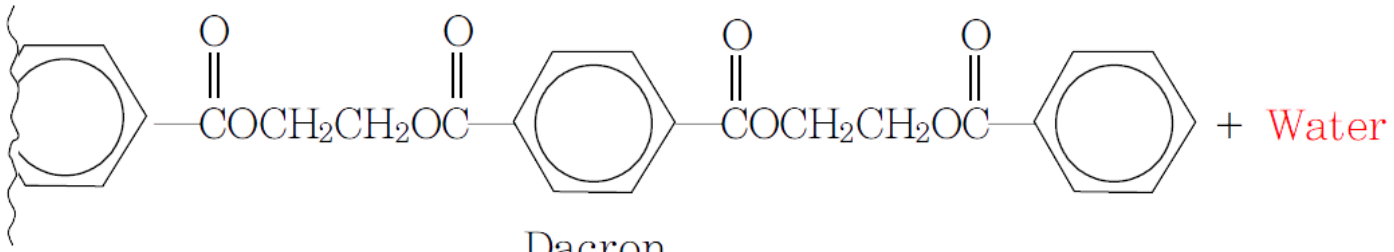
16. 중요한 에스터들

폴리에스테르 (Polyesters)

- 에스터는 합성 섬유의 가장 중요한 기초물
- 에스터화 축합반응으로 형성되어 합성섬유를 생성



Ethylene glycol　　Terephthalic acid

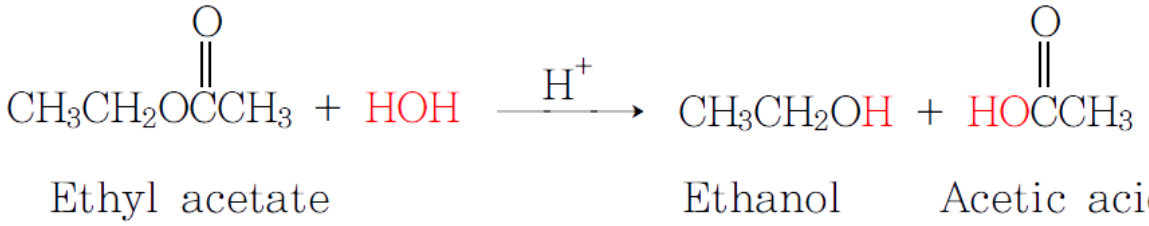


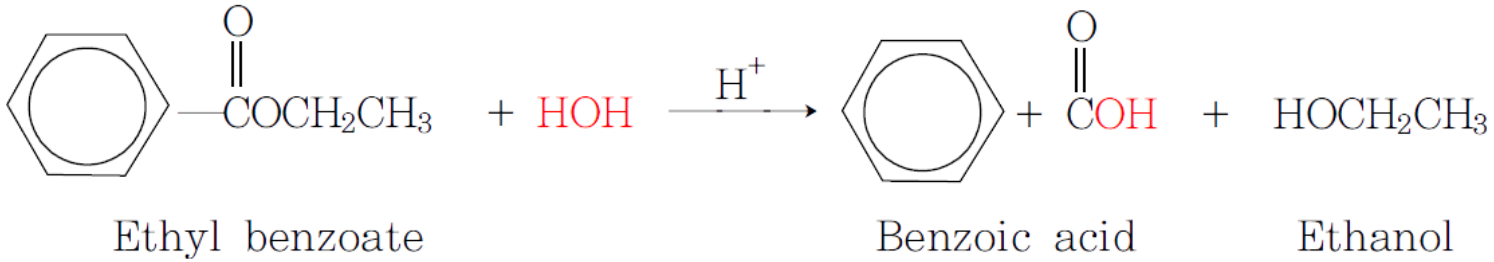
Dacron

17. 에스터의 반응 (Reaction of Esters)

가수분해 (Hydrolysis)

- 에스터에 물을 첨가시, 카복실산과 알코올로 분해
- 에스터화 반응의 역반응





17. 에스터의 반응 (Reaction of Esters)

비누화 반응 (Saponification)

- NaOH, KOH 등 강염기 수용액과 에스터를 가열 시 가수분해 일어남
- 알코올과 카복실산염을 형성

