제17장 탄소 화합물

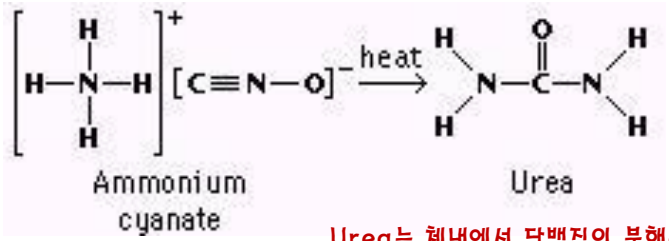
17.1 탄소 화합물의 구조와 분류
17.2 탄소 화합물의 이성질체
17.3 탄화수소
17.4 산소를 포함한 탄소화합물
17.5 질소를 포함한 탄소화합물
17.6 방향족 화합물

- C를 기본골격으로 하여 H, O, N, S, F, P, 할로젠 등이 결합되어 만들어진 물질
- 과거에는 유기체 내에서만 만들어 진다고 생각하여 유기화합물(organic compound)이라고 하였음
- 독일의 화학자 뵈엘러(Wöhler, F; 1828)는 무기물질인 NH_4CNO을, 유기물질로 알려진 $(NH_2)_2CO$(요소)로 전환시킬 수 있다는 것을 발견함

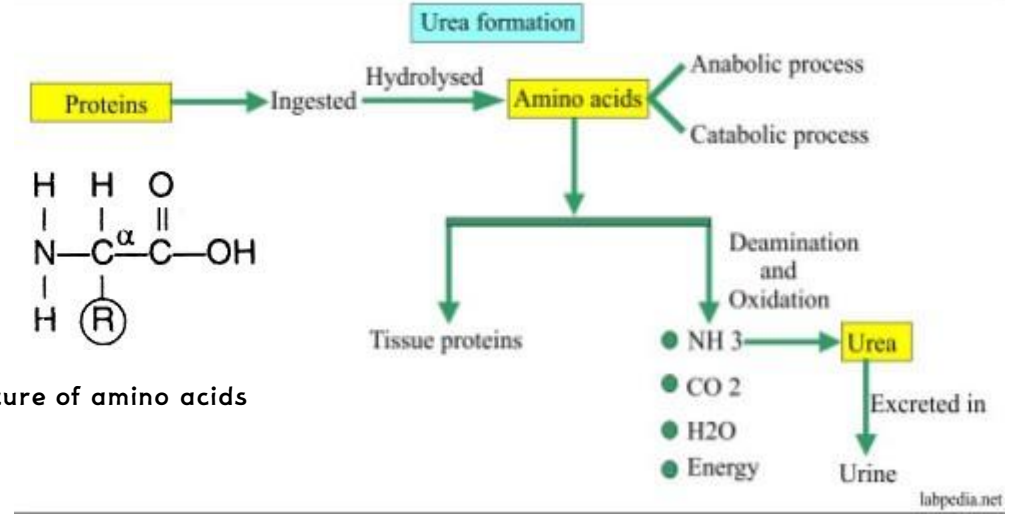
  – 생명력에 의해서만 합성하게 된다고 믿었던 유기화합물이 인공적으로 합성될 수 있다는 새로운 사실을 발견하게 됨

$$2KCNO + (NH_4)_2SO_4 \xrightarrow[\text{농축}]{} K_2SO_4 + 2NH_4CNO$$

$$NH_4CNO \longrightarrow (NH_2)_2CO$$
urea



Urea는 체내에서 단백질이 분해될 때 생성



Basic structure of amino acids

- 오늘날에는 유기화합물이라는 의미가 없어져 탄소 화합물로 부름
- 예외: CO, CO_2, CS_2, –CN, CaC_2, SiC, $-CO_3$ 등은 무기화합물로 분류

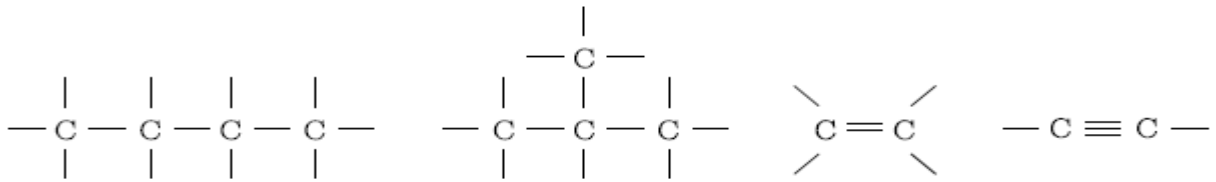
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

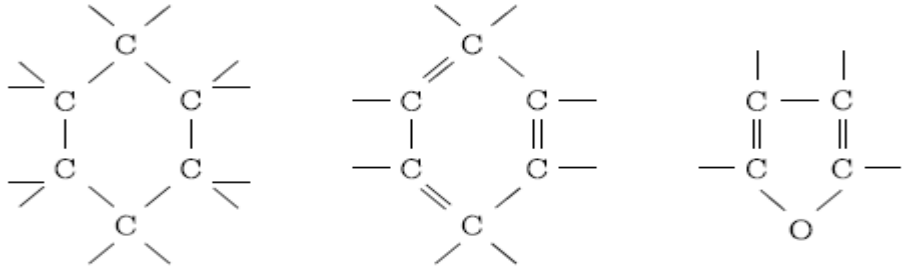
17.1 탄소 화합물의 구조와 분류

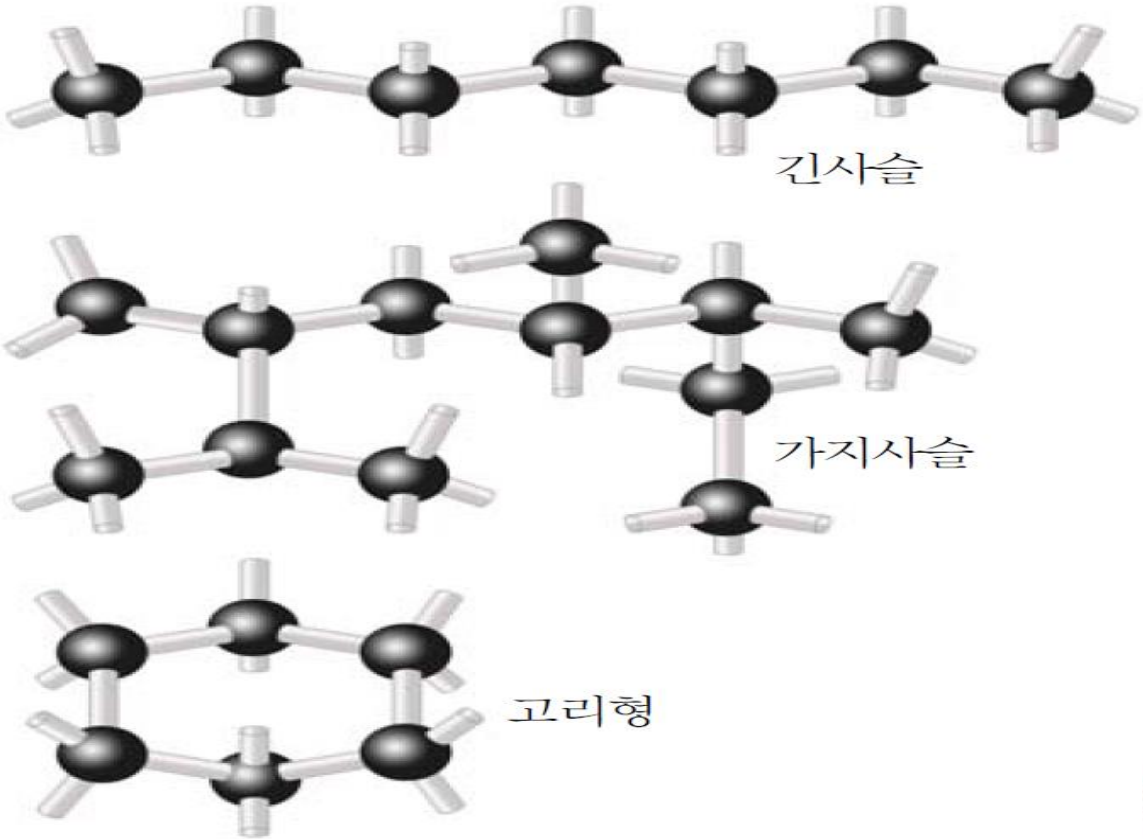
탄소의 특성

- 생명체를 구성하는 가장 풍부한 원소: 수소, 탄소, 질소, 산소 (99.3%)
- 제 4족에 위치
  - 4개의 원자가전자를 가짐
  - 4개의 전자를 얻기도 하고 잃기도 함
  - 일반적으로는 전자를 잃는 것보다 얻으려 함
  - 4개의 공유결합 형성
- 다이아몬드: 탄소의 4개 결합이 모두 탄소와 결합한 분자. 매우 안정함
- 생명체의 대부분 탄소원자들은 긴사슬(long chains), 가지사슬(branched chains), 고리형(rings)의 형태로 발견됨

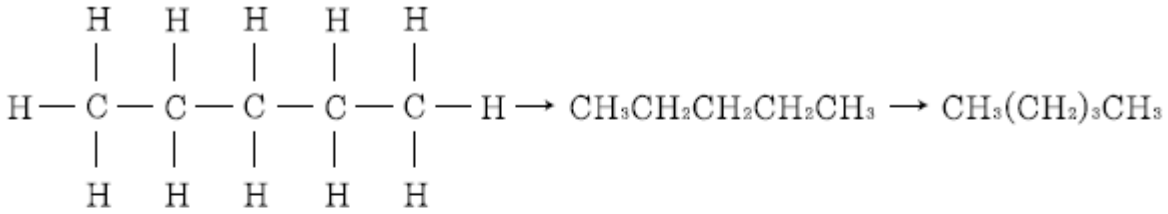
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

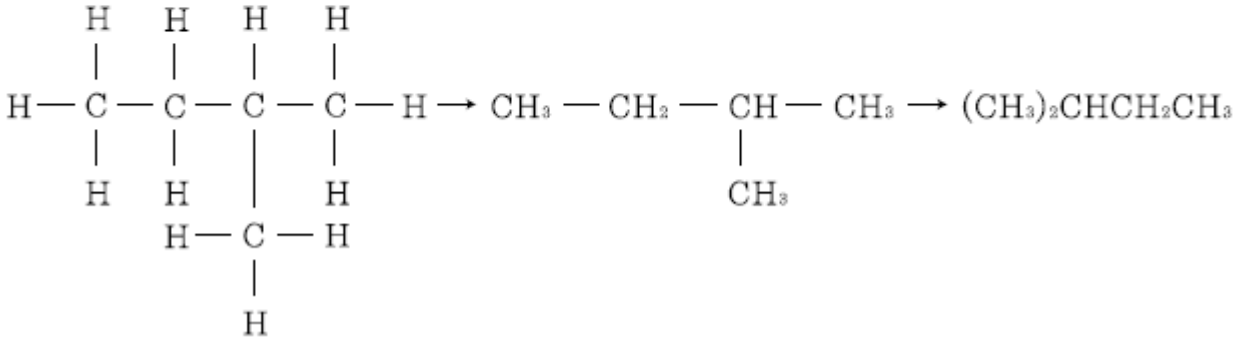


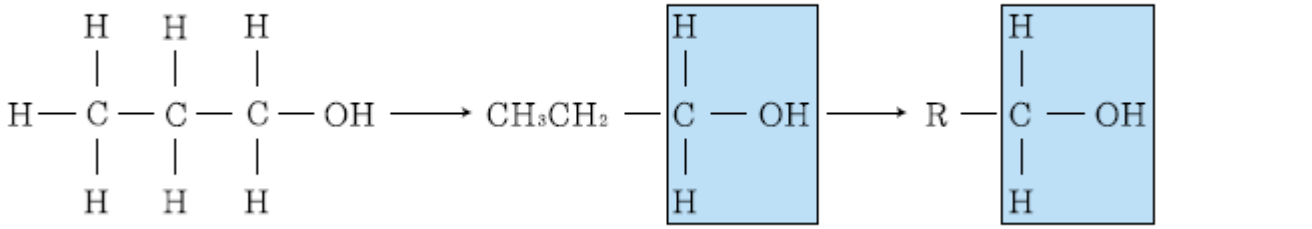


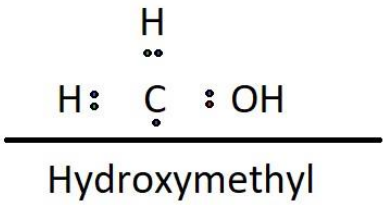


중원대학교
JUNGWON UNIVERSITY









Quora

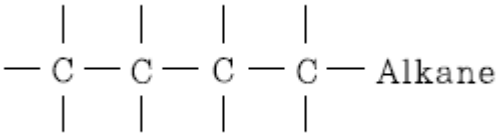
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

탄소화합물의 골격구조에 의한 분류

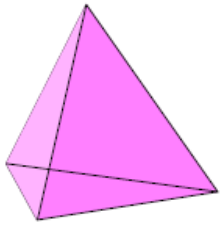
(1) 사슬화합물(쇄상화합물 : chain compound) 또는 지방족화합물 (aliphatic compound=non-aromatic)

① 포화 탄화수소(saturated compound)

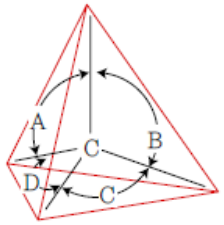
– 탄소 원자 간의 결합이 단일 결합으로 되어 있는 모든 화합물을 통틀어 이름



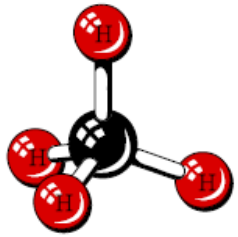
알케인 (일반식: C_nH_{2n+2})



사면체



A = B = C = D = 109.5°



메탄 (methane, CH_4):
가장 간단한 형태의 탄화수소

– 탄소가 4개의 단일결합으로 형성되어 추가로 원자들을 탄소에 첨가할 수 없음 (포화됨)

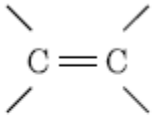
– 탄소사이의 결합은 강하고 안정

– 반응성이 낮음

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

② 불포화 탄화수소(unsaturated compound)

- 탄화수소에 이중결합이나 삼중결합을 가진 화합물
- 다중 불포화(poly unsaturated): 하나 이상의 이중, 삼중결합을 가질 경우
- 이중결합은 단일결합보다 덜 안정하나 반응성은 큼
- 다중결합일수록 결합에너지는 커짐

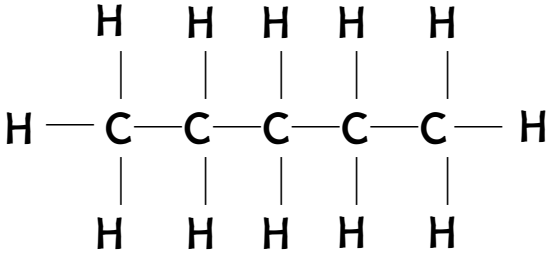


Alkene

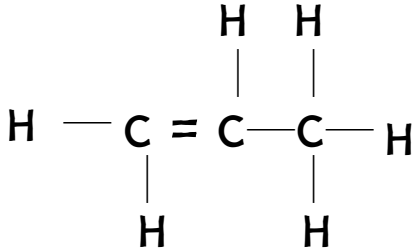
알켄 (일반식: C_nH_{2n})

Alkyne

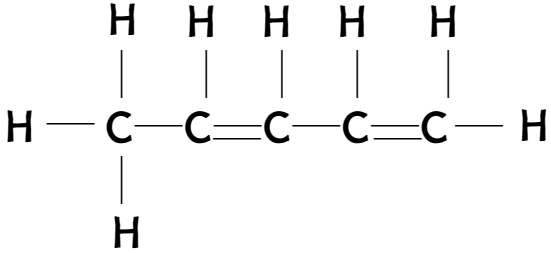
알킨(알카인) (일반식: C_nH_{2n-2})



포화



불포화



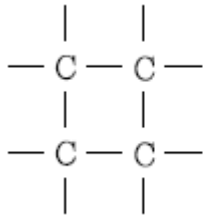
다중 불포화

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 고리화합물(환상화합물 : cyclic compound)

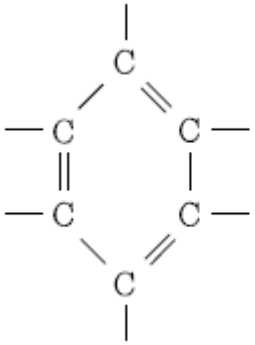
① 탄소고리화합물(cyclic compound)

a) 지환족(지방족)화합물(alicyclic compound)



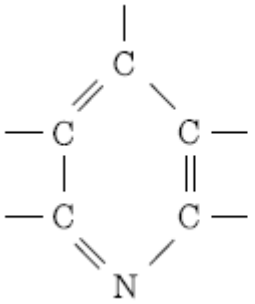
Cycloalkane

b) 방향족화합물(aromatic compound): 단일결합과 이중결합이 교대로 연결



Benzene

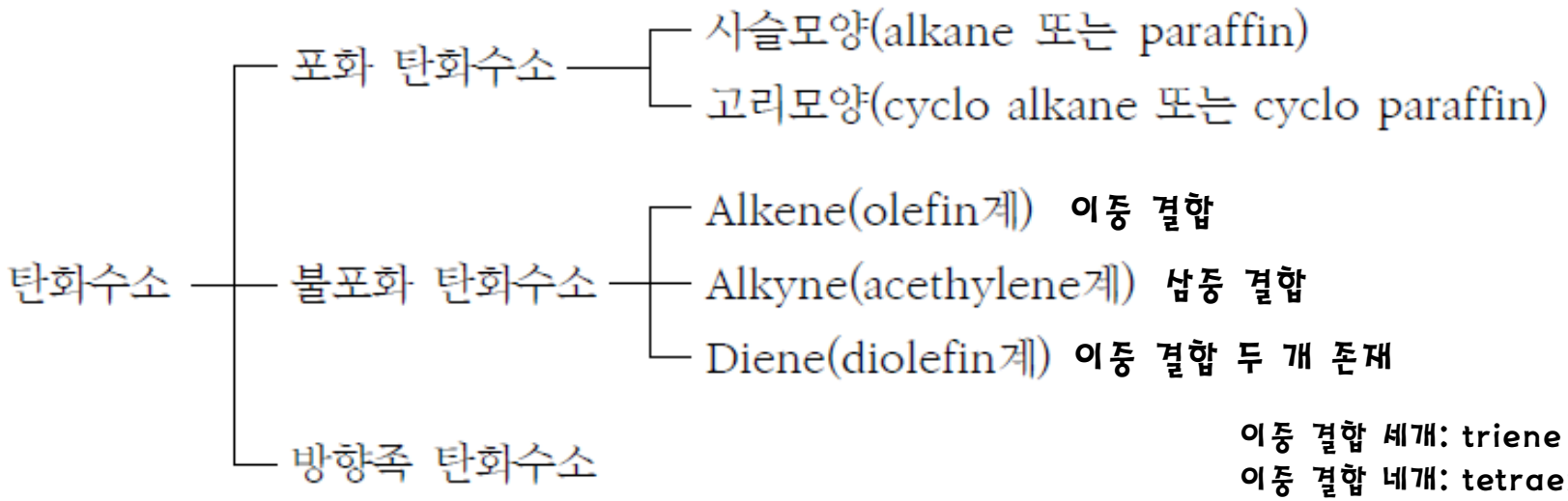
② 이원소고리화합물(헤테로고리화합물 : heterocyclic compound)



Pyridine

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

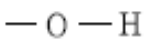
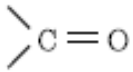
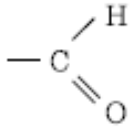
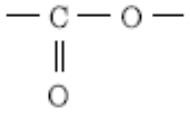
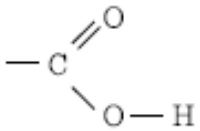
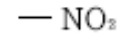
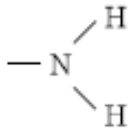
탄화수소의 조성과 성질에 따른 분류



이중 결합 세개: triene
이중 결합 네개: tetraene

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

중요한 관능기에 의한 탄소화합물의 분류

관능기	구 조	일반명	화합물의 예	시성식
수산기		알코올 페놀류	메탄올 페놀	CH_3OH C_6H_5OH
카보닐기		케톤	아세톤	CH_3COCH_3
폼일기		알데하이드	아세트알데하이드	CH_3CHO
에스터		에스터	초산에틸	$CH_3COOC_2H_5$
에터결합		에터	메틸에터	CH_3OCH_3
카복실기		카복실산	아세트산	CH_3COOH
나이트로		나이트로화합물	나이트로벤젠	$C_6H_5NO_2$
아미노기		아닐린	아닐린	$C_6H_5NH_2$

관능기=작용기(functional group)
시성식: 분자의 특성을 알 수 있도록 작용기를 써서 나타낸 식

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

17.2 탄소 화합물의 이성질체

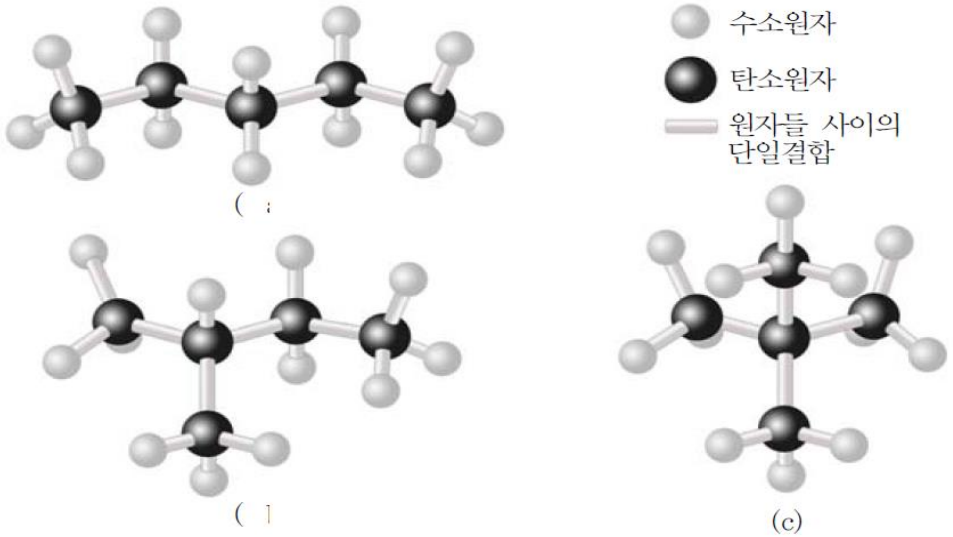
이성질체(isomers)

- 같은 분자식을 가지고 있지만 서로 다른 물리/화학적 성질을 갖는 분자

  1) 원소의 종류나 개수가 같지만 원소를 구성하는 원자단이나 구조가 다른 경우

  2) 구조가 같더라도 상대적인 배열이 달라 다른 성질을 나타낼 수 있음

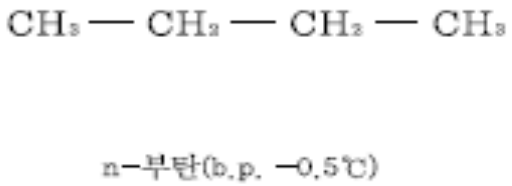
① 구조 이성질체: 분자식은 동일하지만, 원자 사이의 결합의 관계가 다른 것



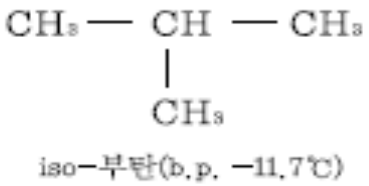
이 그림의 분자들은 모두 C_5H_{12}의 분자식을 가지고 있다. 이들은 각기 다른 구조식을 가지고 있으며 따라서 이성질체들이다.

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

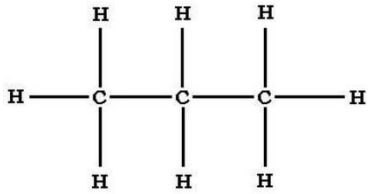
뷰테인(C_4H_{10})=부탄



n-butane (normal butane)

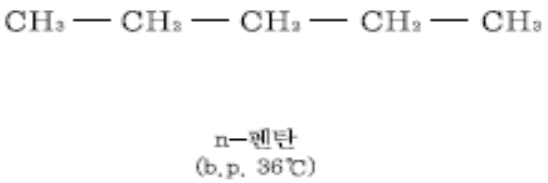


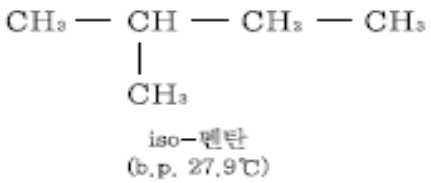
isobutane (2-methylpropane)

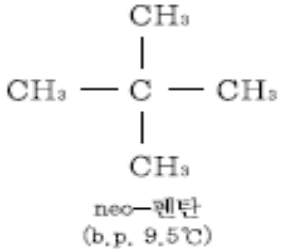


Propane

펜테인(C_5H_{12})

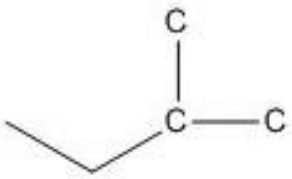




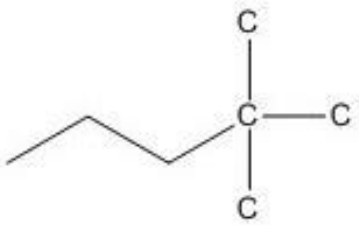




normal-

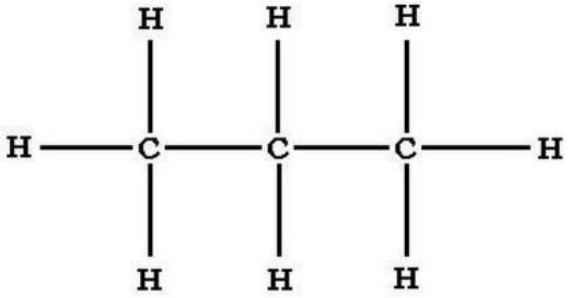


iso-



neo-

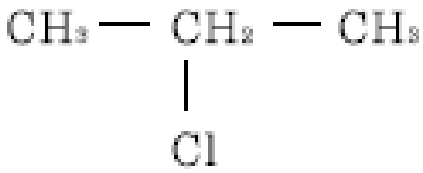
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY



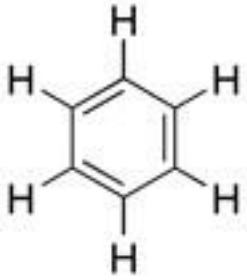
Propane



1-클로로프로판



2-클로로프로판



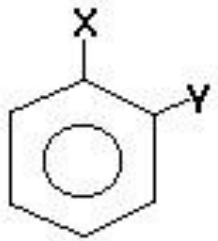




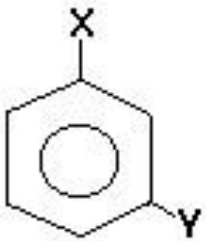


C_6H_6

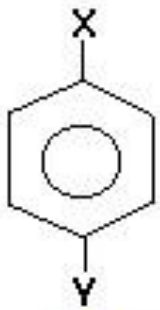
Benzene
Molecular formula



ortho-



meta-



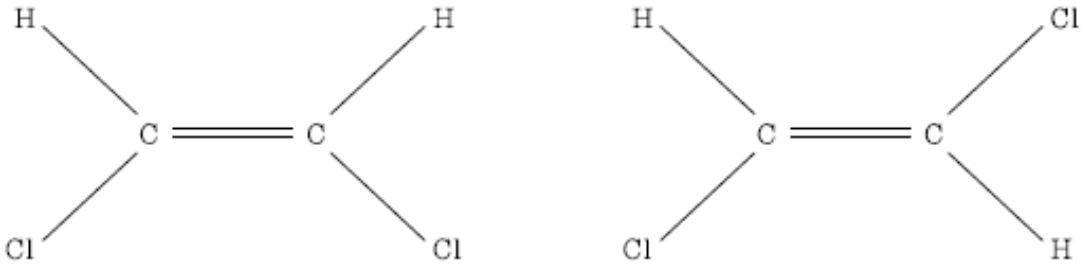
para-

위키백과

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

② 기하 이성질체

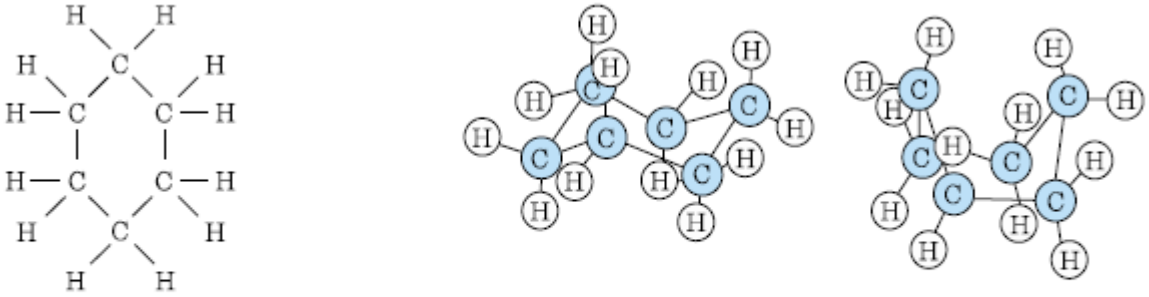
– 1,2–다이클로로 에틸렌(CHCl=CHCl)의 분자구조는 두 가지 구조가 가능함



(a) 시스–1,2–다이클로로에틸렌 (b.p. 60℃)　　(b) 트랜스–1,2–다이클로로에틸렌 (b.p. 48℃)

그림 17.1　1,2–다이클로로에틸렌의 기하 이성질체

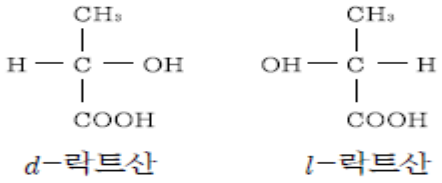
– 입체 배치가 다른 이성질체를 **기하 이성질체(geometrical isomer)**라고 함



(a) 구조식　　(b) 분자 모형

사이클로헥세인(C_6H_{12})　그림 17.2　사이클로헥세인의 구조식과 분자 모형

③ 광학 이성질체 (optical isomer): 손대칭 분자와 이것과 포갤 수 없는 거울상 분자



락트산(젖산, lactic acid, $CH_3CH(OH)COOH$)

- 메탄(CH_4)의 수소 원자 3개가 각각 카복실기(−COOH), 수산기(−OH) 및 메틸기($-CH_3$)로 치환
- 근육 수축 시 인체에서는 젖산을 생성

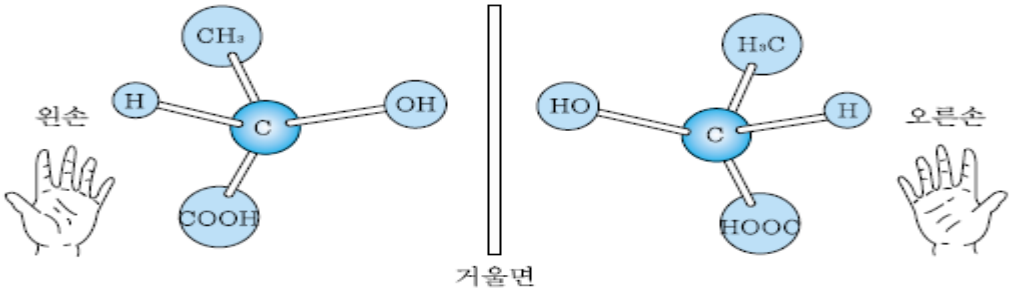
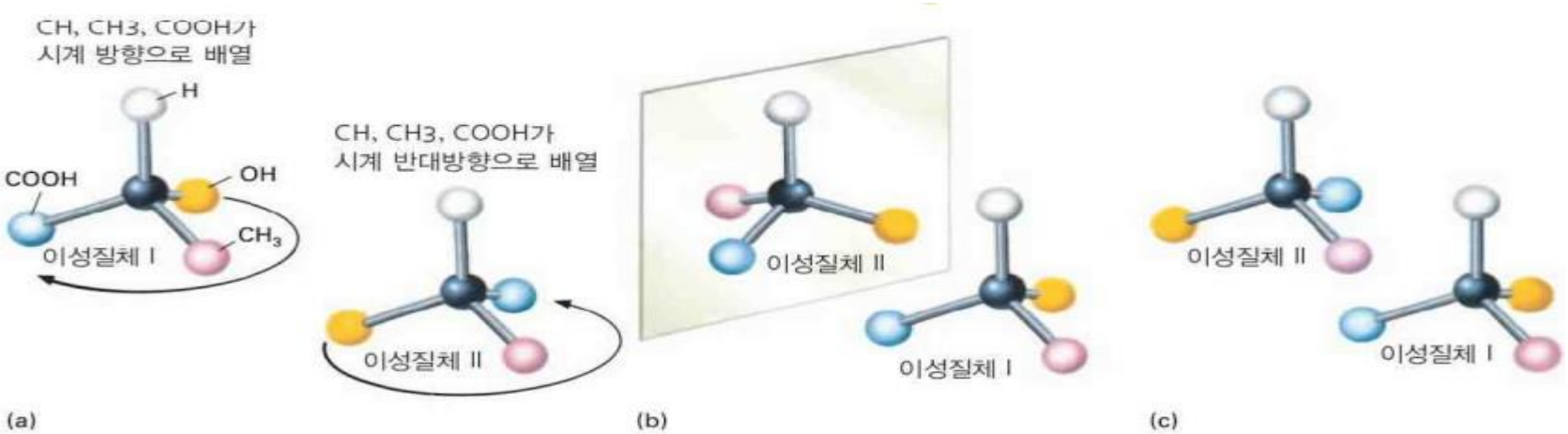


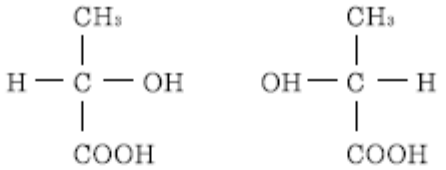
그림 17.3 락트산의 광학 이성질체



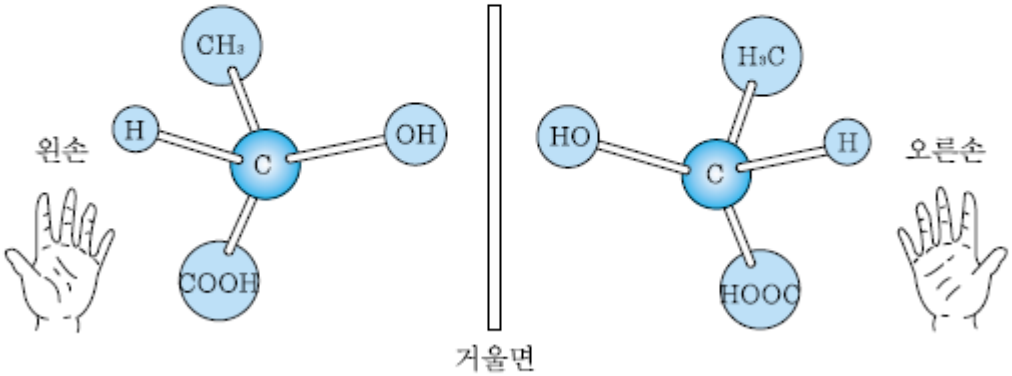
젖산의 거울상이성질체. (a) 이성질체 I에서는 —OH, —CH_3, —COOH 작용기들이 시계 방향으로 배열되어 있고 이성질체 II에서는 시계 반대 방향으로 배열되어 있다. (b) 이성질체 I과 II는 서로 거울상이다. (c) 두 이성질체를 아무리 회전시켜도 서로 포갤 수 없다.

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

우회전성(d형, dextro)　　좌회전성(l형, laevo)



d–락트산　　*l*–락트산



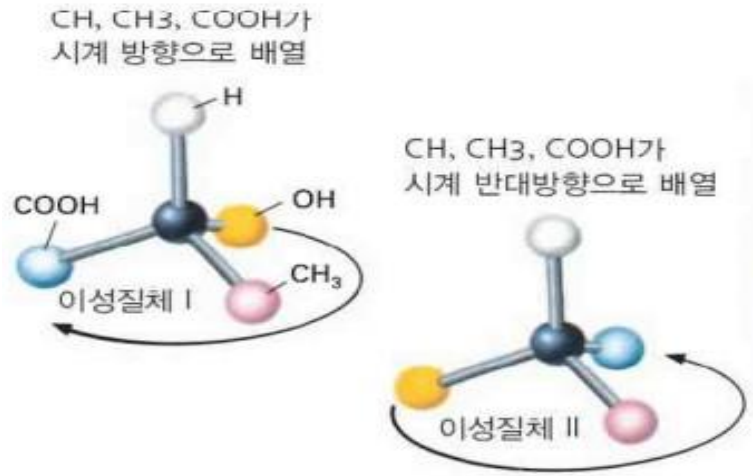


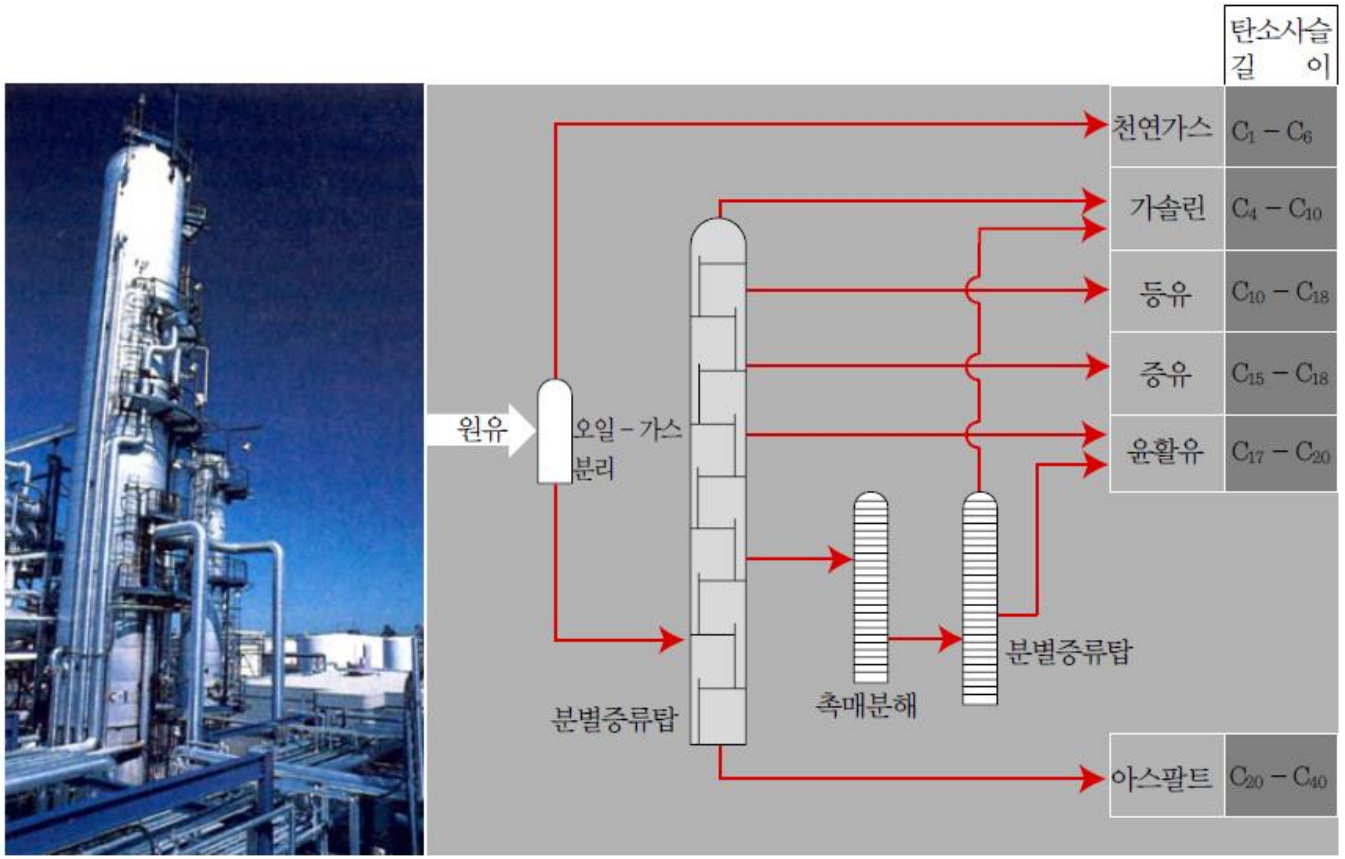
그림 17.3　락트산의 광학 이성질체

- 거울상 이성질체 관계에 있는 화합물이 각각 50%씩 같은 양만큼 섞여있는 혼합물을 **라세미 혼합물(racemic mixture)**이라고 함
- 비대칭 탄소가 존재하는 화합물이 편광에 대해 다른 성질을 갖는 것을 광학 활성이라고 하며, 이러한 이성질체를 **광학 이성질체**라고 함

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

17.3 탄화수소(Hydrocarbons)

- 오직 탄소와 수소 원자만을 가지고 있는 분자
- 석유: 수많은 탄화수소들의 혼합체



중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(1) 알케인 (알칸, Alkane)

– 파라핀계 탄화수소라고도 불리며 탄소와 탄소 사이의 결합은 **단중결합**이므로 **포화 탄화수소**라고도 함

– 알케인의 일반식은 C_nH_{2n+2} 이며, 탄소가 한 개인 경우 메테인(CH_4)이므로 메테인계 탄화수소라고도 함

– 알케인은 석유의 성분인 탄화수소로서 연료 등으로서도 가장 중요한 탄화수소

표 17.2 알케인의 성질

Alkane	분 자 식	용융점(℃)	비등점(℃)	이성질체수
methane	CH_4	−183	−162	1
ethane	C_2H_6	−172	−89	1
propane	C_3H_8	−188	−42	1
n−butane	n−C_4H_{10}	−135	−0.5	2
n−pentane	n−C_5H_{12}	−130	36	3
n−hexane	n−C_6H_{14}	−95	69	5
n−heptane	n−C_7H_{16}	−91	98	9
n−octane	n−C_8H_{18}	−57	126	18
n−nonane	n−C_9H_{20}	−54	151	36
n−decane	n−$C_{10}H_{22}$	−30	174	75

사이클로 알케인 (cycloalkane)

– 일반식은 CnH2n

– 탄소고리의 크기는 여러 가지가 있는데 천연물에 존재하는 것은 대개 C_5 또는 C_6의 고리를 가지는 것들

– 가장 작은 고리는 C_3인 사이클로프로페인, C원자 30개 이상을 가진 것도 알려져 있음

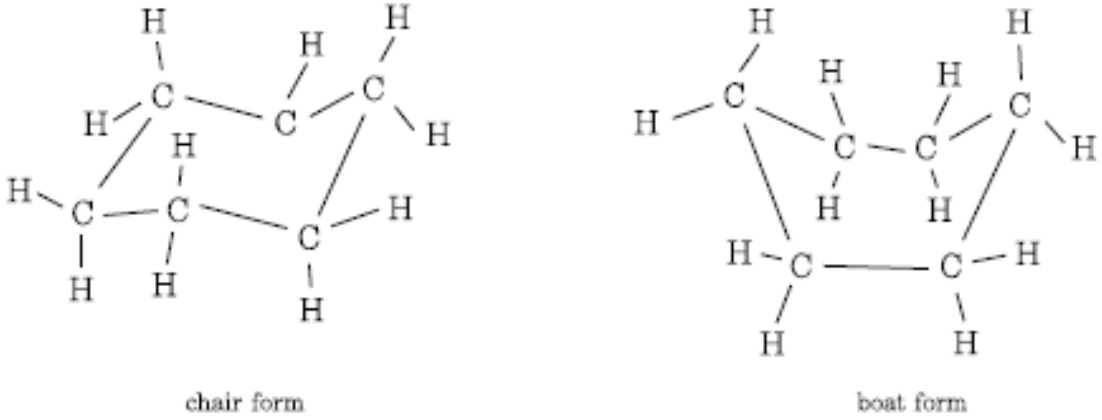


그림 17.4 사이클로헥세인의 구조

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

고리형 탄화수소 (Cyclic Hydrocarbons)

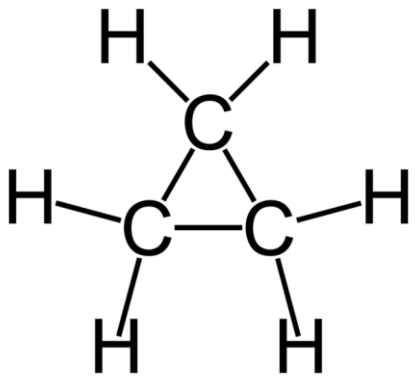
- 안정한 고리형태의 탄화수소 화합물

- 단일결합, 이중결합 등 다양한 형태의 구조 가질 수 있음

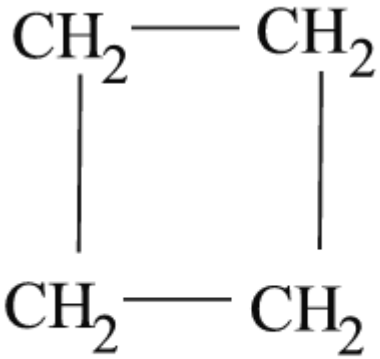
- 가장 일반적인 고리형 탄화수소는 5~6개의 탄소원자로 구성

- 명명법: 탄소개수와 결합종류를 나타내는 단어앞에 cyclo- 를 붙이고 다른 규칙은 직선사슬 탄화수소와 같은 명명법을 따름

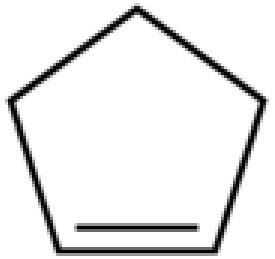
- 가장 작은 탄소수 가진 고리형 포화탄화수소: 사이클로프로판 (cyclopropane)



cyclopropane



cyclobutane

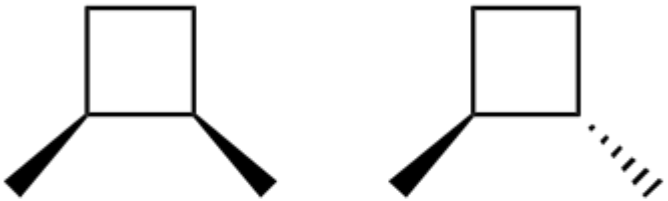


cyclopentene

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

고리형 탄화수소의 cis, trans 이성질체

- 고리형 탄화수소의 경우 탄소의 결합이 단일결합으로 이루어졌다 하더라도 회전이 제한을 받으며 cis, trans 이성질체가 만들어짐



cis trans

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

알케인류의 분자식, 이름, 구조식

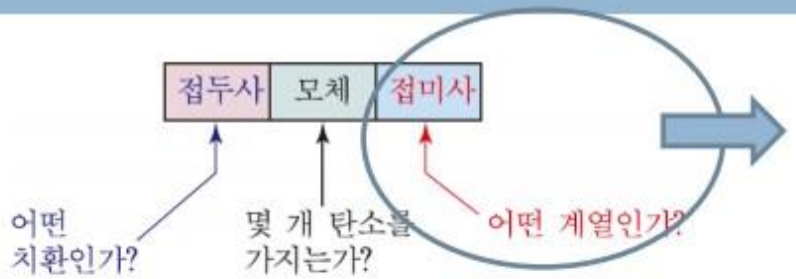
탄소수	분자식	IUPAC 접두어	이름	구조식	비등점 ℃
1	CH_4	Meth–	Methane	CH_4	–162
2	C_2H_6	Eth–	Ethane	CH_3CH_3	–89
3	C_3H_8	Prop–	Propane	$CH_3CH_2CH_3$	–42
4	C_4H_{10}	But–	Butane	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	0
5	C_5H_{12}	Pent–	Pentane	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	36
6	C_6H_{14}	Hex–	Hexane	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	69
7	C_7H_{16}	Hept–	Heptane	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	98
8	C_8H_{18}	Oct–	Octane	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	126
9	C_9H_{20}	Non–	Nonane	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	151
10	$C_{10}H_{22}$	Dec–	Decane	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	174

* IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry, 국제 순수–응용화학 연합)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

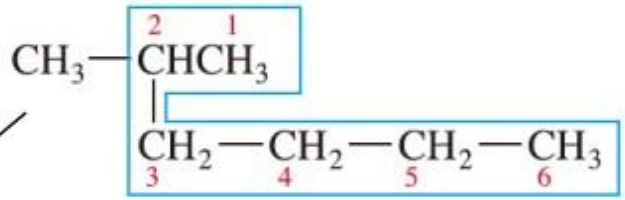
알케인의 명명법

유기 화합물의 이름 체계



alkane : -에인(-ane)
alkene : -엔(-ene)
alkyne : -아인(-yne)

1. 가장 긴 연속된 탄소 원자의 사슬을 찾아라. 그리고 화합물의 기본 이름으로 이 사슬의 이름을 사용하라



치환기(substituent):
수소를 치환한 그룹

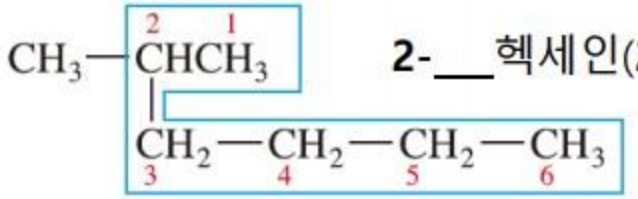
헥세인(hexane)

분자식	이름
CH_4	메테인
C_2H_6	에테인
C_3H_8	프로페인
C_4H_{10}	뷰테인
C_5H_{12}	펜테인
C_6H_{14}	헥세인
C_7H_{16}	헵테인
C_8H_{18}	옥테인
C_9H_{20}	노네인
$C_{10}H_{22}$	데케인

2. 치환기에 가장 가까운 사슬 끝에서 시작하여 가장 긴 탄소 사슬에 번호를 매겨라.(즉, 번호가 가장 낮게)(치환기의 위치 번호는 치환기 이름 앞에)

2-___헥세인(2-___hexane)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

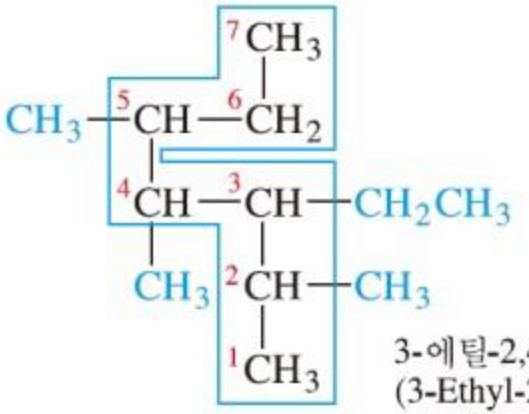


2-___헥세인(2-___hexane)

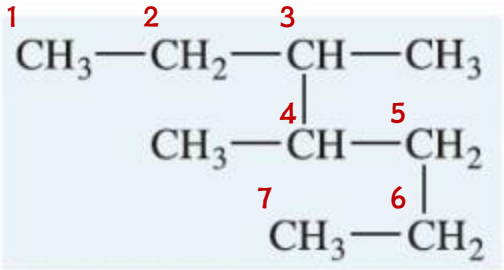
3. 각 치환기를 명명하라. 알케인에서 수소 원자를 제거하여 생긴 치환기를 알킬기(alkyl group)라고 한다. 알킬기는 알케인의 끝에 -에인 (-ane) 대신에 -일(-yl)을 붙인다.

2-**메틸**헥세인(2-**methyl**hexane)

4. 둘 이상의 치환기들이 있을 때는 알파벳 순서로 그것을 나열하라. 같은 치환기들이 있을 때는 치환기수를 다이 (di) -, 트라이 (tri) -, 테트라 (tetra) - , 펜타 (penta) - 등의 접두사를 사용한다.(접두사는 알파벳 순서와 무관)

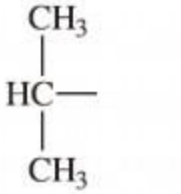
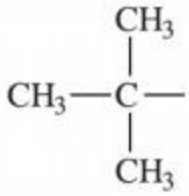


3-에틸-2,4,5-트라이메틸헵테인
(3-Ethyl-2,4,5-trimethylheptane)



3,4-다이메틸헵테인(3,4-dimethylheptane)

표 24.4 • 몇 가지 알킬기의 축소 구조식 및 관용명

그룹	이름
CH_3-	메틸
CH_3CH_2-	에틸
$CH_3CH_2CH_2-$	프로필
$CH_3CH_2CH_2CH_2-$	뷰틸
	아이소프로필
	*tert*-뷰틸

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 알켄 (Alkene)

– 올레핀 탄화수소라고도 불리며 탄소원자들 사이에 **이중결합**을 가지며 알케인에 비해 수소가 부족하기 때문에 **불포화 탄화수소**라고도 함

– 일반식은 C_nH_{2n}이며, 가장 간단한 것은 n=2일 때, 에틸렌(마취가스의 일종, C_2H_4)이므로 에틸렌계 탄화수소라고도 함

표 17.3 알켄의 성질

Alkene	구조식	용융점(℃)	비등점(℃)
ethene	$CH_2 = CH_2$	−169	−104
propene	$CH_3CH = CH_2$	−185	−48
1−butene	$CH_3CH_2CH = CH_2$	−185	−6
1−pentene	$CH_3(CH_2)_2CH = CH_2$	−165	30
cyclohexene		−104	83

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

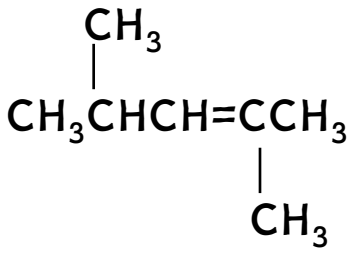
알켄의 명명법

1. 알켄의 모든 이름은 –ene 로 끝난다
2. 이중결합을 포함하는 가장 긴 탄소사슬이 주된 탄소사슬이다
3. 탄소사슬에 있는 탄소들의 번호는 첫 번째 이중결합과 가장 가까운 끝에서부터 붙인다. 이중결합이 있는 탄소의 번호를 나타내줘야 함. 분자식의 앞에 쓰는 숫자는 각 이중결합이 위치한 탄소번호를 의미. 이중결합의 탄소번호가 가장 작은걸로 함 (예: $CH_2CH{=}CHCH_2CH_3$ 는 2–pentene)
4. 분자 내에 두 개 이상의 이중결합이 존재하면 접두어 di–, tri– 를 쓰고 알켄의 이름을 뒤에 쓴다 (hexene → 탄소위치–hexa di ene
5. 탄소번호는 콤마(,) 를 쓰고 나머지 연결은 하이픈 (—) 을 쓴다
6. 알킬기를 확인하고 알케인에서 나타낸 규칙과 동일하게 써준다

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

예제

다음 화합물의 이름은?



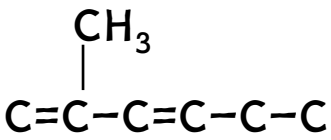
풀이과정

1. 구성원소: 탄소와 수소 → 탄화수소
2. 알케인? 알켄? 알카인? : 이중결합 1개 → 알켄
3. 가장 긴 탄소사슬을 찾고 탄소의 개수 확인: pentene
4. 알킬기 확인: 2개의 methyl (CH_3) 기: dimethyl
5. 이중결합의 번호가 가장 작은 것: ← 으로 번호 매길때
6. 2,4-dimethyl-2-pentene

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

예제

2-methyl-1,3-hexadiene의 구조식을 그려라



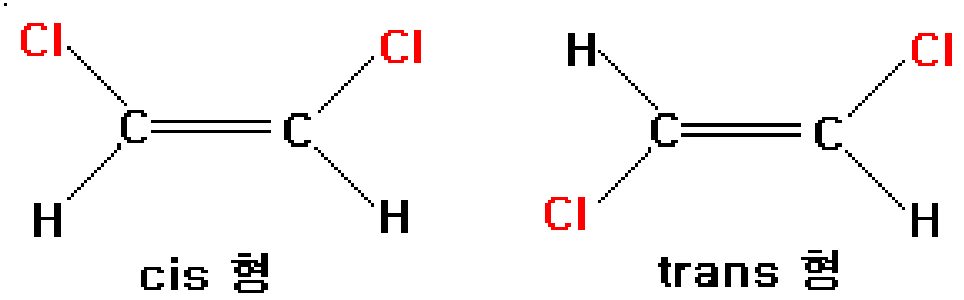
풀이과정

1. 뒤에서부터…
2. 탄소개수 및 결합수 확인: hexene 이므로 탄소수 6개. 이중결합이 1번과 3번 탄소에 하나씩 총 2개의 이중결합 존재
3. 알킬기로는 methyl 기가 2번 탄소에 존재

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

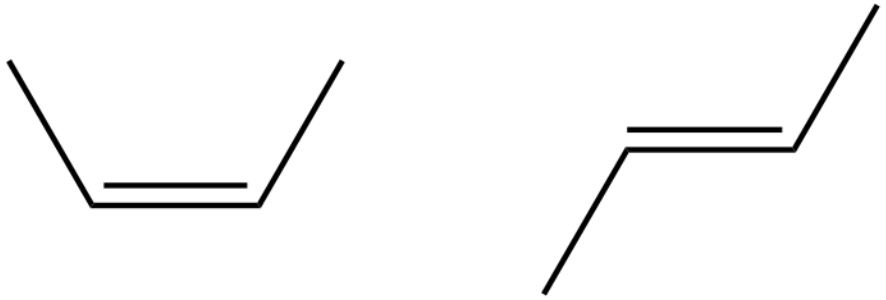
알켄의 기하이성질체 (Geometric Isomers)

- 탄소와 탄소사이의 이중결합 때문에 회전할 수 없어서 생기는 이성질체 관계
- 시스 (cis) 이성질체: 원자단이 결합의 같은 쪽에 존재하는 이성질체
- 트랜스 (trans) 이성질체: 원자단이 결합의 반대 쪽에 존재하는 이성질체

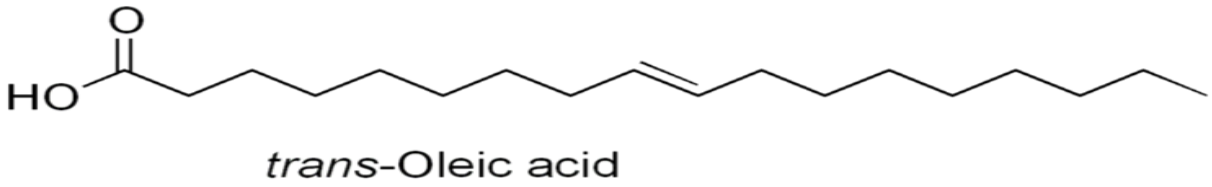


[기하 이성질체의 두 가지 모양]

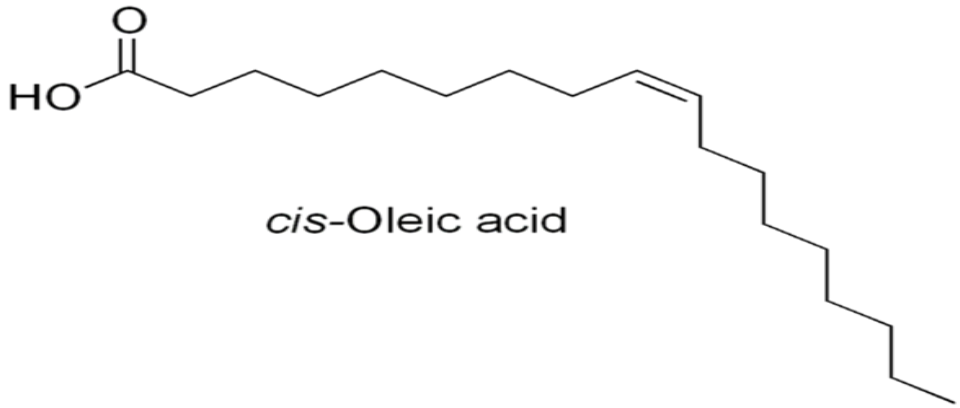
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY



***cis* (*Z*)** ***trans* (*E*)**

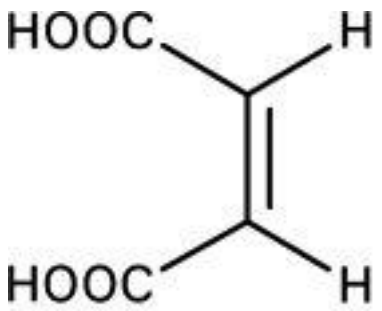


trans-Oleic acid

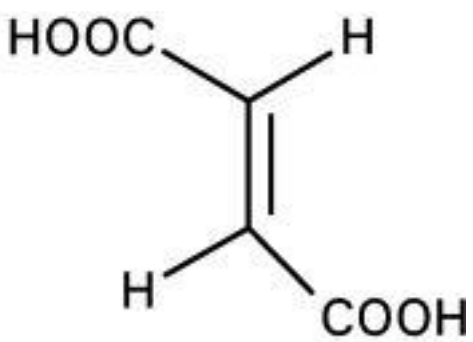


cis-Oleic acid

중원대학교
JUNGWON UNIVERSITY



cis-butenedioic acid
(maleic acid)



trans-butenedioic acid
(fumaric acid)

- 말레산과 푸마르산은 같은 분자식을 가지는 cis trans 이성질체임
- 말레산은 살아있는 세포에 독성을 가지는 반면 푸마르산은 세포 에너지 대사과정에 중요한 기질임

중원대학교
JUNGWON UNIVERSITY

(3) 알카인 (Alkyne)

– 탄소원자 사이에 3중결합을 가지며 일반식은 C_nH_{2n-2}

– 불포화 탄화수소이며 가장 간단한 것은 n=2일 때 아세틸렌(C_2H_2)이므로 아세틸렌계 탄화수소라고도 함

– 아세틸렌(또는 에타인)은 가연성, 폭발성 가스의 일종. 산소와 합쳐져 옥시아세틸렌(oxyacetylene)이 되고 용접하거나 금속자를 때 사용됨

– 알카인류는 기하 이성질체가 존재하지 않음

– 알카인의 명명법: 이름 끝에 –yne 붙이는 것 제외하고 알켄의 명명법과 동일함

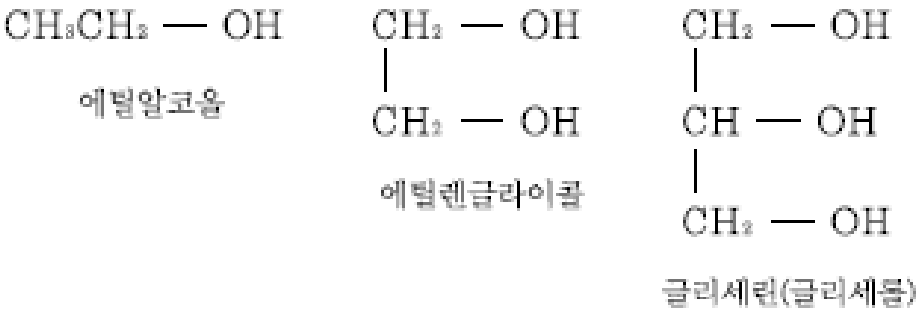
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

17.4 산소를 포함한 탄소화합물

(1) 알코올

– 알코올류는 알킬기에 수산기(–OH)가 결합한 화합물이며, 일반식은 C_nH_{2n+1}•OH

– OH의 수에 따라 1가, 2가, 3가 알코올이라고 하고, –OH의 수가 2개 이상인 것을 다가 알코올이라고 함



중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

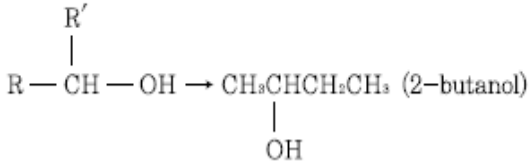
표 17.4 1가 알코올의 성질

구조식	국제명	관용명	용융점(℃)	비등점(℃)
CH_3OH	methnaol	methyl alcohol	−97	65
C_2H_5OH	ethanol	ethyl alcohol	−114	78
$CH_3(CH_2)_2OH$	1−propanol	n−propyl alcohol	−126	97
$(CH_3)_2CHOH$	2−propanol	iso−propyl alcohol	−89	82
$CH_3(CH_2)_3OH$	1−butanol	n−butyl alcohol	−90	118
$CH_3CH_2CH(CH_3)OH$	2−butanol	sec− butyl alcohol	−115	100
$(CH_3)_2CHCH_2OH$	2−methyl−1−propanol	iso−butyl alcohol	−108	108
$(CH_3)_3COH$	2−methyl−2−propanol	t−butyl alcohol	26	83

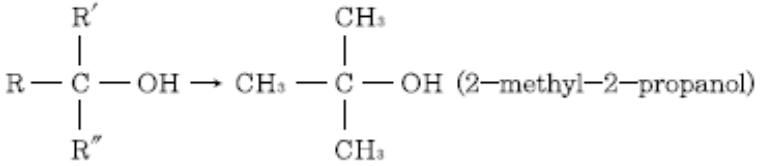
1차(primary) 알코올 :

$$R - CH_2 - OH \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2OH \ (1-butanol)$$

2차(secondary) 알코올 :



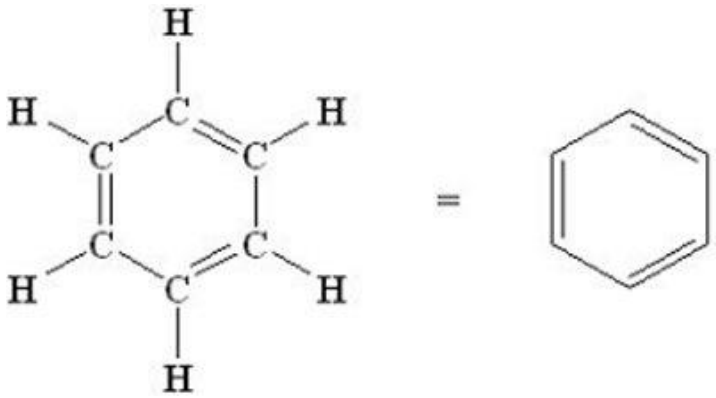
3차(tertiary) 알코올 :



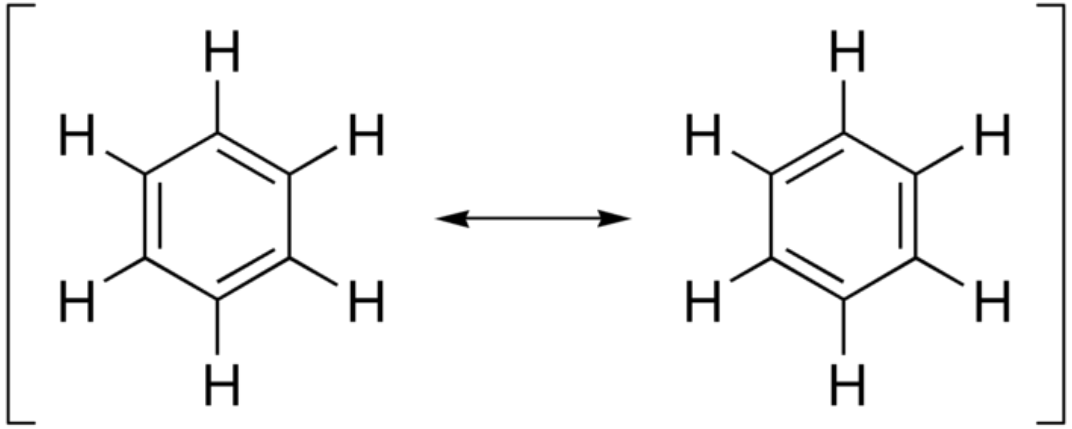
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

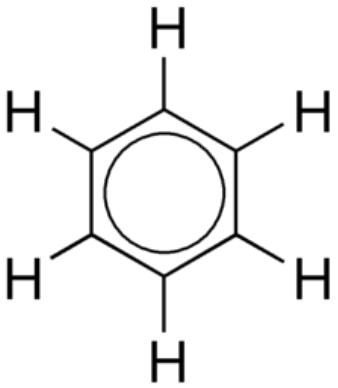
벤젠(Benzene)과 그 유도체: 방향족 탄화수소(Aromatic Hydrocarbons)

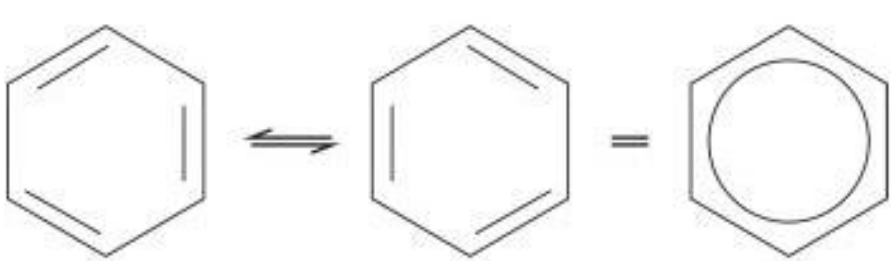
- 벤젠: C_6H_6
- 탄소와 탄소 사이의 이중결합이 하나 건너 존재
- 벤젠고리: 벤젠구조에서 육각의 고리. 벤젠핵이라고도 함
- 방향족 화합물: 벤젠고리를 포함한 화합물. 보통 향이 있으므로 방향족이라 함
- 벤젠은 화합물 중 가장 간단한 구조임

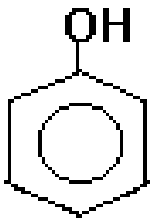


중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY









페놀

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 에터

- 2개의 알킬기에 1개의 산소원자가 결합한 것을 에터(ether)라고 하며 일반식은 R-O-R'

- CH_3OCH_3 (dimethyl ether)

- $CH_3OC_2H_5$ (ethyl methyl ether)

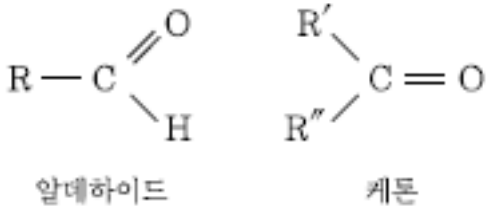
- 일반적으로 에터라고 불리는 것은 $C_2H_5OC_2H_5$ (Diethyl ehter)

- 에터는 무색의 휘발성 액체로서 인화되기 쉽고 위험성이 많은 약품이며 용매, 마취제로서 사용

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(3) 알데하이드와 케톤

- 알데하이드와 케톤의 두 계열 화합물들은 카보닐기(carbonyl, $>C=O$)를 가짐
- 알데하이드의 일반식은 R•CHO이고 케톤은 RCOR'



알데하이드 케톤

① 알데하이드

- **포름알데하이드(HCHO) :**

- 공업적으로는 메탄올의 증기를 300°C에서 구리분말 위에서 공기로 산화시켜 얻음

$$CH_3OH \xrightarrow{(O)} HCHO + H_2O$$

- 자극성이 있는 무색기체로 물에 잘 녹으며 40% 수용액을 포르말린(formaline)이라 함
- 포름알데하이드는 살균, 소독제, 페놀수지, 요소수지의 원료로 사용

- **아세트알데하이드(CH_3CHO) :**

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{(O)} CH_3CHO + H_2O$$

$$CH_2 = CH_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CH_3CHO$$

(Ethylene)

- 자극성이 있는 무색의 휘발성 액체로 물에 잘 녹으며, 초산, 에탄올 또는 유기화합물을 만드는데 사용

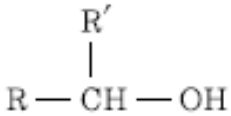
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

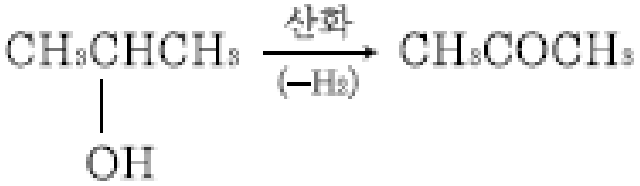
② 케톤

– 아세톤은 가장 간단한 형태의 케톤

– 아세톤 CH_3COCH_3 (bp 56°C) : 2차 알코올을 산화시켜 얻음

2차(secondary) 알코올 :

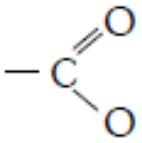


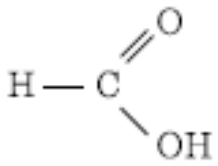


– 아세톤은 방향이 있는 액체로서 물에 잘 녹으며, 많은 탄소화합물을 녹이기 때문에 용매로서 널리 사용

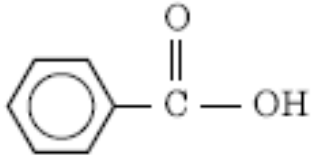
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(4) 카복실산과 에스터

① 카복실산(carboxylic acid): 카복실기  를 갖는 화합물



포름산(개미산)



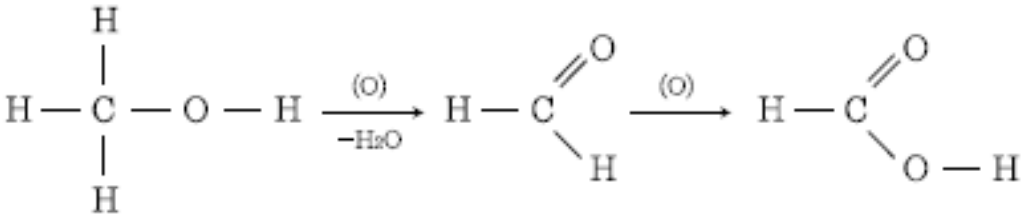
벤조산

표 17.5 여러 가지의 카복실산

카복실산	구 조	융융점(℃)	비등점(℃)
Formic acid	HCOOH	8	101
Acetic acid	CH_3COOH	17	118
Propionic acid	C_2H_5COOH	−22	141
Butyric acid	C_3H_7COOH	−6	164

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

- **개미산(formic acid) :** 자극성 냄새를 가진 무색의 액체로서 물에 잘 녹고, 약한 산성을 나타냄. 알데하이드(–CHO)기를 가지고 있기 때문에 강한 환원성을 가지고 있음



메탄올 포름알데하이드 포름산(개미산)

- **아세트산(acetic acid) :**

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{(O)} CH_3CHO \xrightarrow{(O)} CH_3COOH$$

에탄올 아세트알데하이드 아세트산

$$HC \equiv CH \xrightarrow{H_2O} CH_3CHO \xrightarrow{(O)} CH_3COOH$$

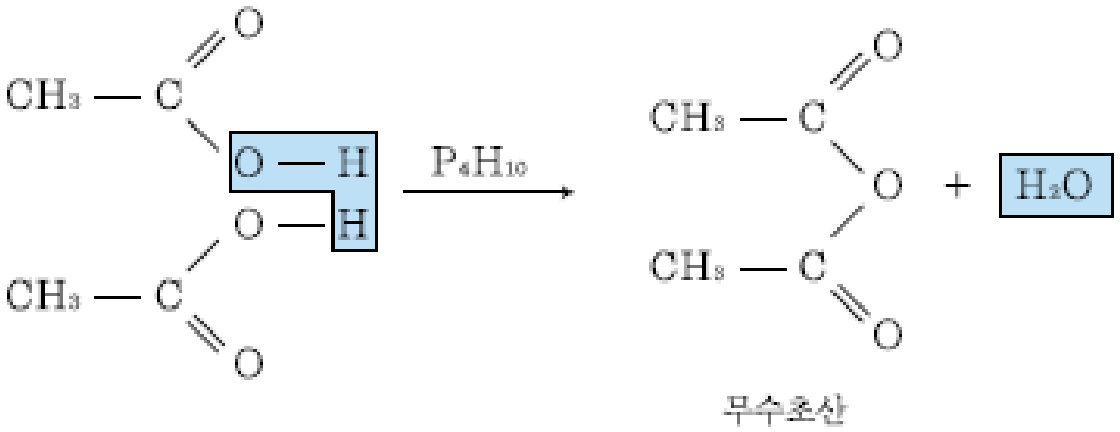
아세틸렌 아세트알데하이드 아세트산

아세트산(초산)의 3~5% 수용액을 식초라고 하며, 무색의 자극성 액체이며 수분이 적은 것은 16.5°C 이하에서 얼기 때문에 빙초산이라 함. 식품이나 유기합성 원료로서 극히 중요한 유기산

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

– 무수초산(acetic anhydride) :

초산과 오산화인을 혼합하여 가열 증류하면, 초산 2분자에서 물 1분자를 잃고 무수초산을 얻음



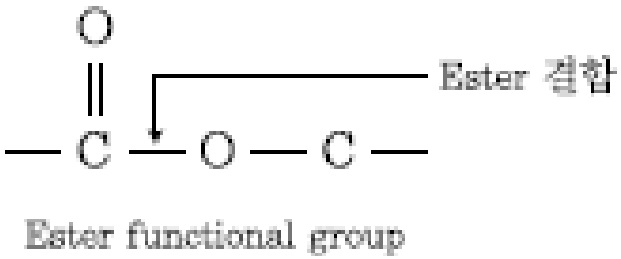
무수초산

무수초산은 아세틸화(acetylation)에 이용됨

유기화합물 중의 수소원자, 특히 아미노기($-NH_2$) 또는 히드록시기($-OH$)의 수소를 아세틸기($-COCH_3$)로 치환하는 반응

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

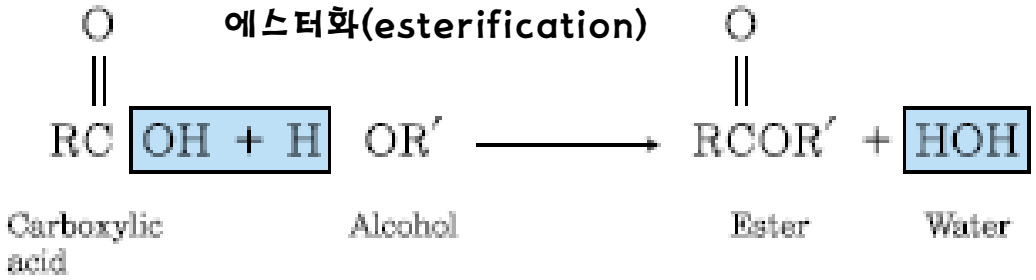
② 에스터(ester)



17.6 에스터의 종류와 냄새

시성식	이 름	냄새
$CH_3COOC_2H_5$	아세트산 에틸	사과
$CH_3COOC_5H_{11}$	아세트산 이소아밀	바나나
$C_3H_7COOC_5H_{11}$	부티르산 이소아밀	살구
$C_3H_7COOC_2H_5$	부티르산 에틸	파인애플
$C_4H_9COOC_5H_{11}$	아이소발레르산 아밀	바나나

$C_nH_{2n+1}COOC_mH_{2m+1}$



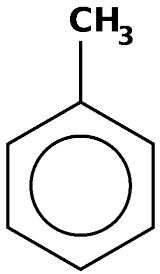
축합반응(condensation reaction):
두 개의 반응분자로부터 물분자가 제거되고 그 결과 하나의 분자를 생성하는 반응

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

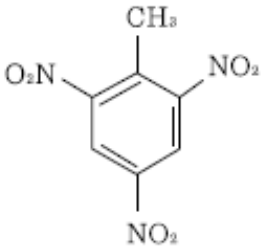
17.5 질소를 포함한 탄소화합물

- 질소를 포함한 원자단은 나이트로기($-NO_2$)와 아미노기($-NH_2$)

(1) 방향족 나이트로화합물

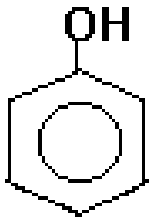


Toluene



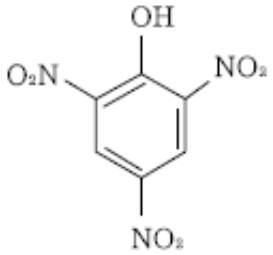
트라이나이트로톨루엔
(trinitro tolune)

〈황색결정으로 화약으로 이용〉



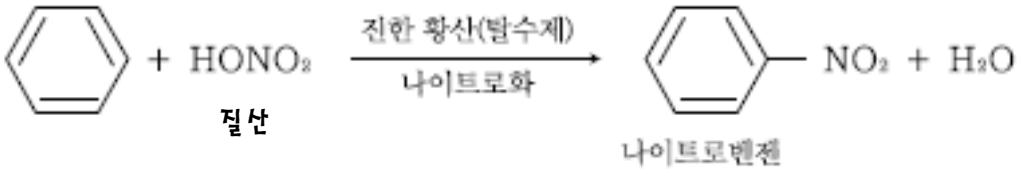
페놀

2,4,6-트리나이트로페놀



피크린산
(picric aicd)

〈황색결정으로 화약으로 이용〉

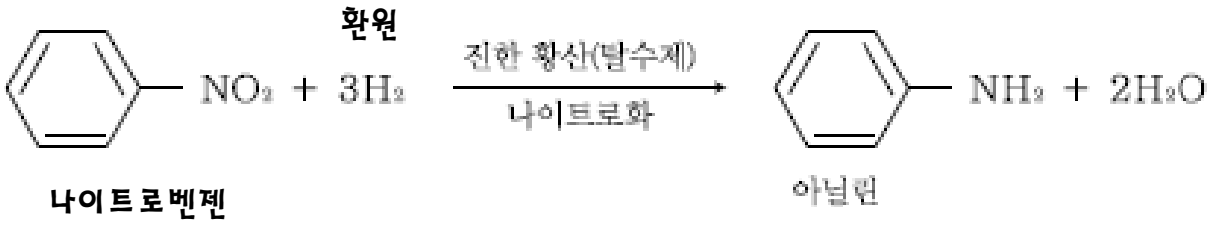


질산

나이트로벤젠

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 방향족 아민: 벤젠고리에 아미노기($-NH_2$)가 붙은 화합물



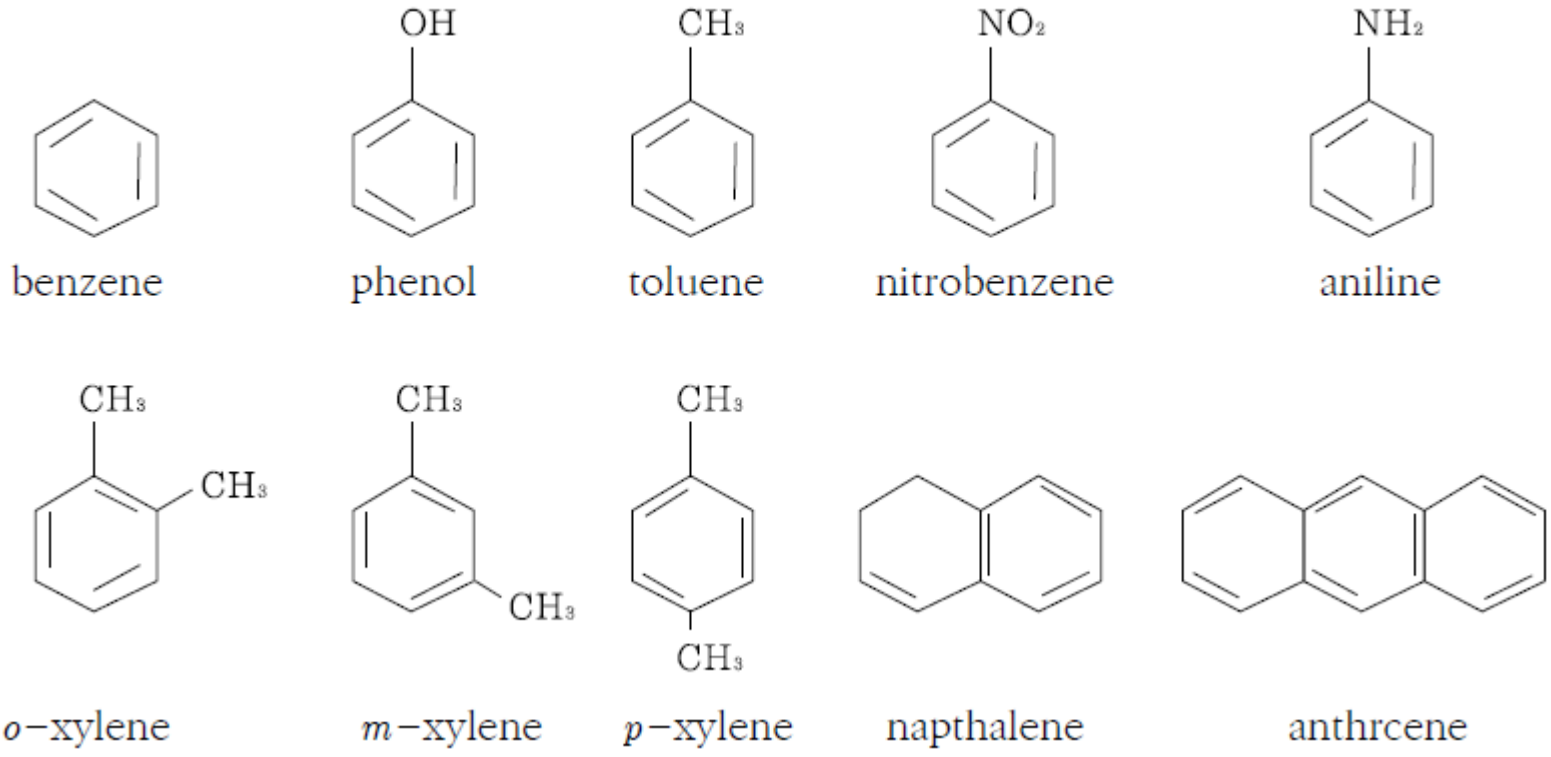
- 아닐린은 기름 모양의 무색액체로서 물에 녹지 않으며 방치하면 갈색으로 됨
- 합성염료의 제조원료, 아닐린 염료의 원료

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

17.6 방향족 화합물

(1) 방향족 탄화수소: 벤젠고리를 가지고 있는 화합물

표 17.7 몇 가지 방향족 화합물들

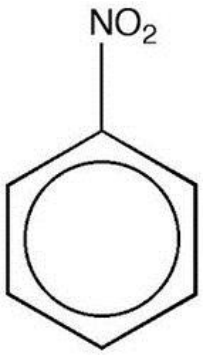


중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

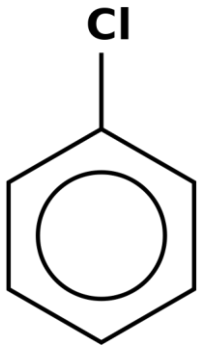
방향족 탄화수소의 명명법

1. 하나의 치환기를 가진 벤젠고리

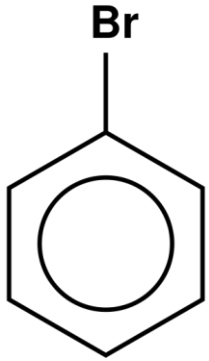
(a) 벤젠고리에 하나의 기가 치환되었을 때 그 화합물은 벤젠 이름 앞에 접두어로 치환기의 이름을 덧붙여 이름 짓는다



Nitrobenzene



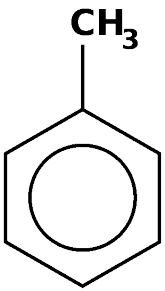
Chlorobenzene



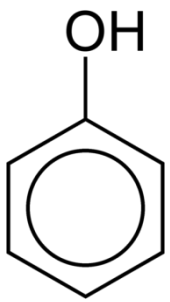
Bromobenzene

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

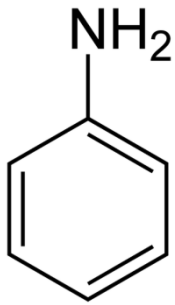
(b) 그러나 다음 화합물들은 벤젠고리에 치환기를 가지고 있어도 관용명을 계속 사용한다



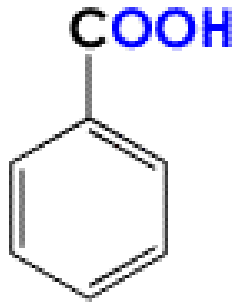
Toluene
(methylbenzene 아님)



Phenol
(hydroxybenzene 아님)



Aniline

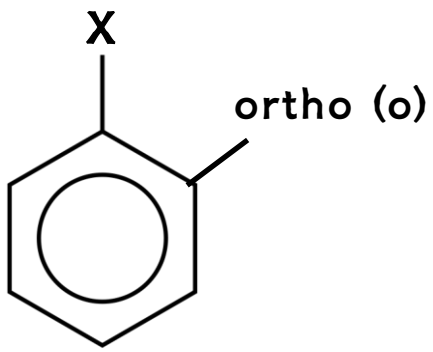


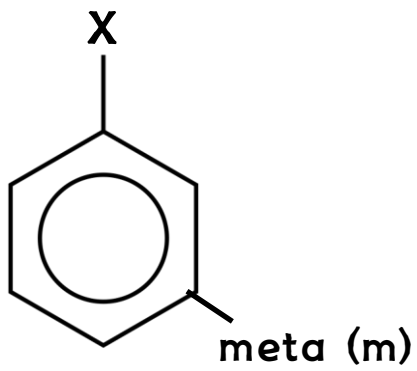
Benzoic acid

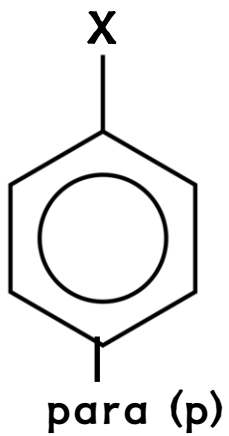
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

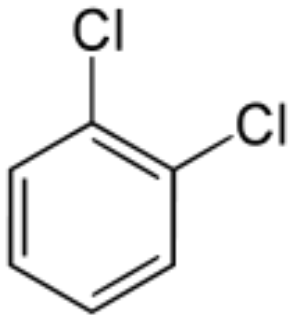
2. 두 개의 치환기를 가진 벤젠고리

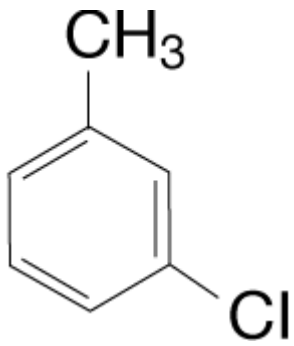
고리상의 두 번째 치환기의 위치를 접두어 ortho (o), meta (m), para (p) 로 표시

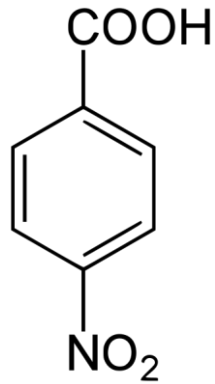












o–dichlorobenzene
= 1,2–dichlorobenzene

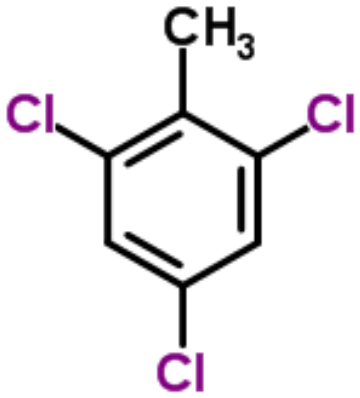
m–chlorotoluene
= 3–chlorotoluene

p–nitrobenzoic acid
= 4–nitrobenzoic acid

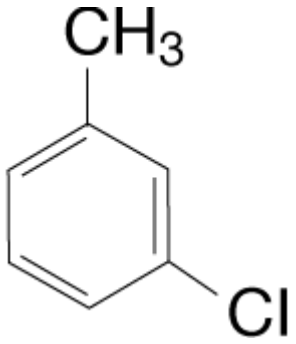
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

3. 두 개 이상의 치환기를 가진 벤젠고리

두 개 이상의 치환기가 벤젠고리에 존재한다면 골격이 되는 방향족 화합물을 우선 쓰고 결합한 치환기의 숫자를 쓴다. 고리의 번호는 치환기의 숫자가 가능한 낮은 숫자가 되도록 표시한다



2,4,6-trichlorotoluene

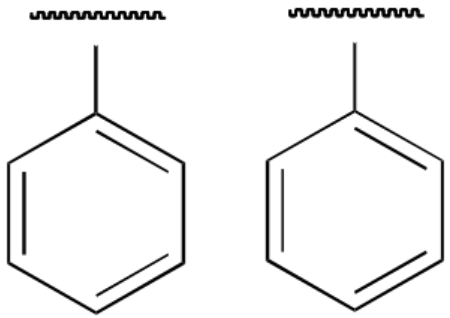


m-chlorotoluene
= 3-chlorotoluene

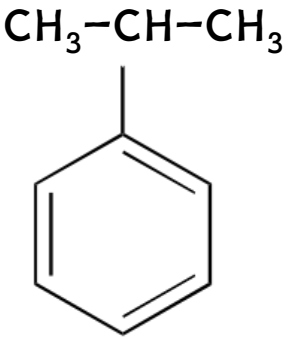
4. 치환기 또는 R-기로의 벤젠고리

벤젠고리가 기본 골격이 아닌 다른 탄화수소의 치환기로 작용할 때 이것을

페닐기 (phenyl group) 이라고 함



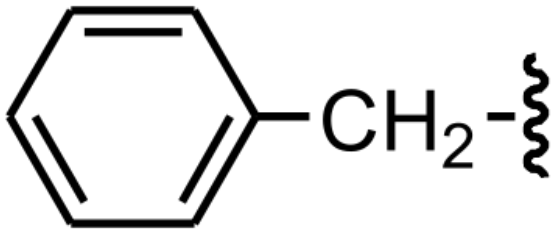
Phenyl group



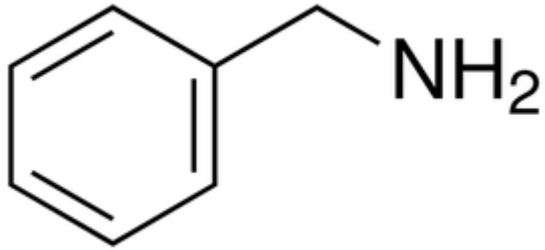
2–phenylpropane

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

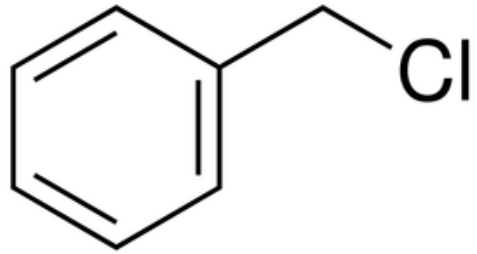
치환기가 톨루엔 (toluene) 으로부터 유도되었을 때
이것을 벤질기 (benzyl group) 이라고 한다



benzyl group

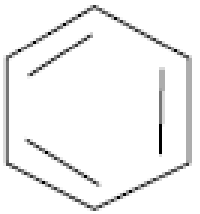


benzylamine

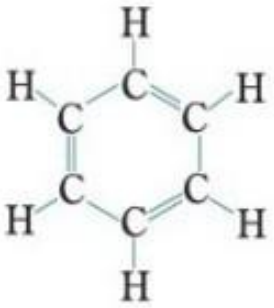


benzylchloride

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY



benzene

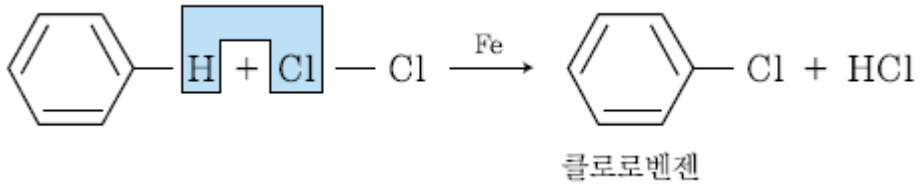


- 벤젠은 C와 H가 한 평면 내에서 6각형 구조로서 단일결합과 2중결합의 중간 상태를 가지고 있는 **공명혼성체**
- C와 C사이의 거리: 1.40 Å (옹스트롬 0.1nm) 단일결합과 이중결합의 중간거리 (C–C 1.54 Å, C=C 1.34 Å)
- 방향족 화합물의 유도체는 벤젠분자의 수소 원자가 다른 원자 또는 원자단으로 치환된 화합물

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

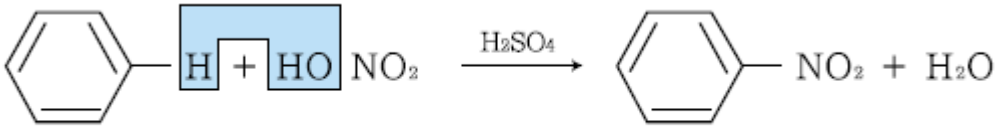
치환반응

① 클로로화 :



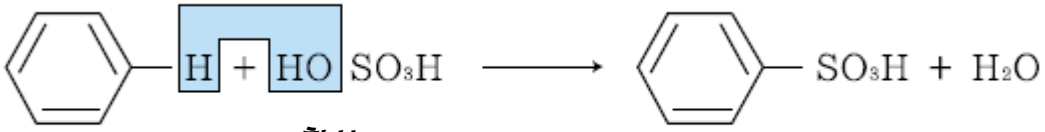
클로로벤젠

② 나이트로화 :



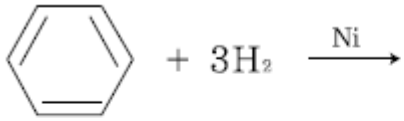
질산 나이트로벤젠

③ 술폰화(sulfonic group, $-SO_3H$) :



황산 벤젠술폰산

부가반응



사이클로헥산



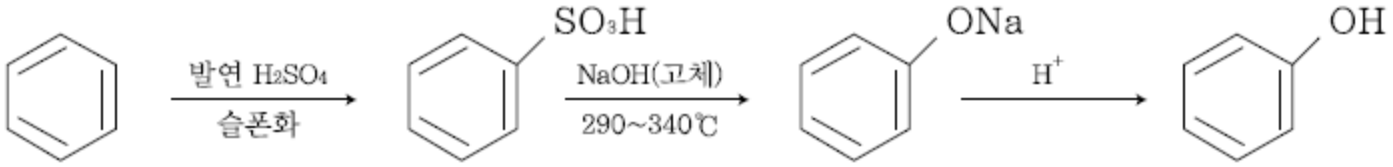
B.H.C.(benzene hexachloride)

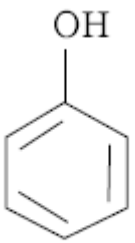
중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

(2) 페놀

• 벤젠고리의 수소 원자가 히드록시기로 치환된 화합물로 이온화하여 약한 산성을 띰

• 페놀은 자극성 냄새를 가진 무색의 결정, 진한 용액은 피부를 부식하며, 묽은 용액은 소독제





phenol

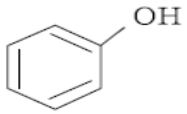
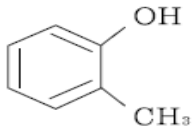
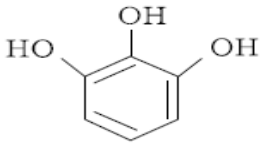
+ 카복실산(COOH)

$$RCOOH + ROH \rightleftarrows RCOOR + H_2O$$

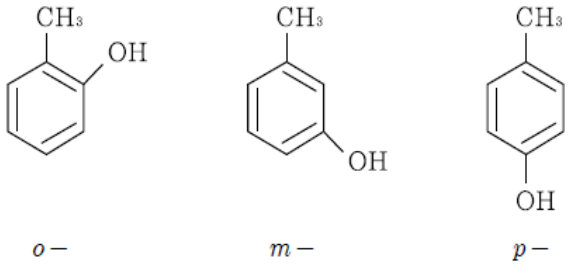
에스테르화

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

표 17.8 중요한 페놀류

명 칭	구 조 식	융 점	용 도
phenol		40.8℃	페놀수지(베이클라이트) 의약품, 염료의 원료
o-cresol		32	방부제
hydroquinone		170.3	사진의 현상액, 분석시약
pyrogallol		133~134	산소정량, 분석시약

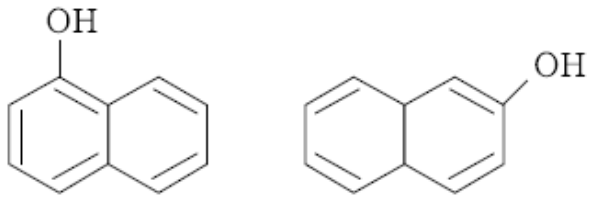
- 크레졸(cresol)에는 *o*-, *m*-, *p*-의 3종의 이성질체가 있으며 소독, 살균제로 이용



o- *m*- *p*-

그림 17.6 크레졸의 이성질체

- 나프톨(naphtol)은 α-, β-의 두 가지 이성질체를 가지고 있는 무색의 고체이며 β-나프톨은 염료에 사용

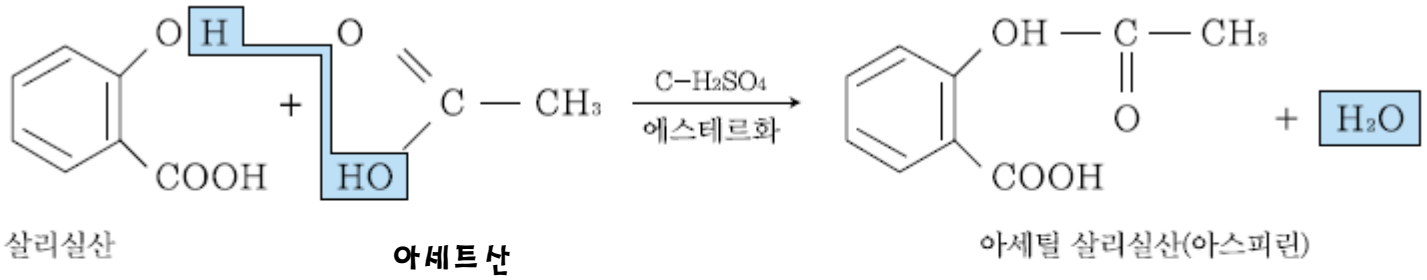


α-나프톨 (m.p. 96.1℃)

β-나프톨 (m.p. 123℃)

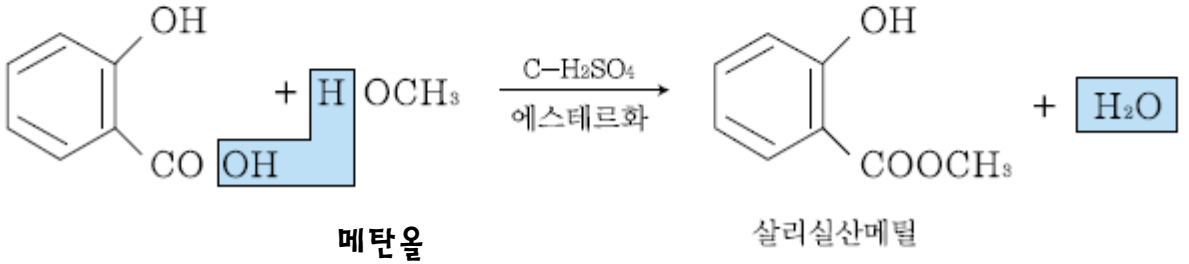
(3) 방향족 카복실산

• 살리실산(salicylic acid) : 벤젠핵에 –OH기와 –COOH기가 붙어 있는 화합물로 산성을 나타냄



살리실산 아세트산 아세틸 살리실산(아스피린)

해열제

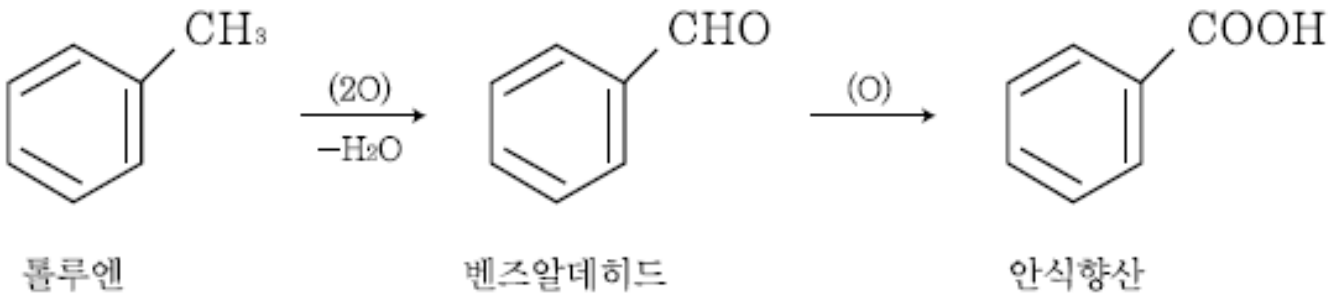


메탄올 살리실산메틸

신경통, 류마티스 치료제로 사용

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

- 안식향산(benzoic acid) : 무색의 승화성 결정이며, 방부제로 이용



중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

유기화합물의 IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry, 국제 순수-응용화학 연합) 명명법

법칙 1. 유기화합물은 기 (groups) 나 계열 (classes) 로 분류하며 각 기들은 동일한 접미사가 주어진다

접미사	화합물의 계열	예
–ane	Alkanes	Propane
–ene	Alkenes	Propene
–yne	Alkynes	Propyne
–ol	Alcohols	Propanol
–one	Ketones	Propanone
–oic acid	Carboxylic acids	Propanoic acid

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

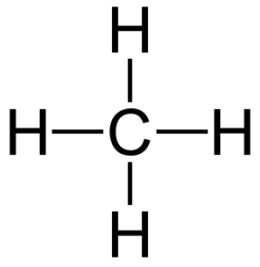
법칙 2. 접두사는 주요 탄소사슬에 있는 탄소의 수를 나타낸다

탄소원자 수	접두사	탄소원자 수	접두사
1	Meth–	6	Hex–
2	Eth–	7	Hept–
3	Prop–	8	Oct–
4	But–	9	Non–
5	Pent–	10	Dec–

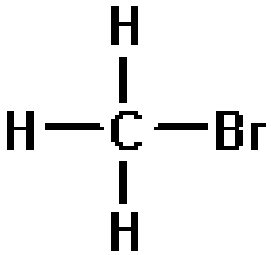
법칙 3. 원자단이 주 탄소사슬에 붙어있으며 직선 또는 가지를 가진 사슬이 단지 탄소와 수소로만 되어 있을 때 이 기를 알킬기 (alkyl groups) 라고 함. 축소 또는 일반적인 구조식을 쓸 때 알킬기를 대문자 R 로 표현할 수 있음

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

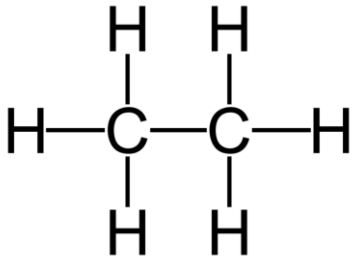
법칙 4. 탄소사슬에 수소대신 붙는 원자나 원자단은 그 화합물의 이름 앞에 붙임. 브롬화메탄 (bromomethane) 은 메탄분자의 수소원자 중 하나가 브롬 (bromine) 으로 치환된 경우이고 염화에탄 (chloroethane) 은 에탄분자 내 수소원자 중 하나가 염소 (chlorine) 으로 치환된 것임



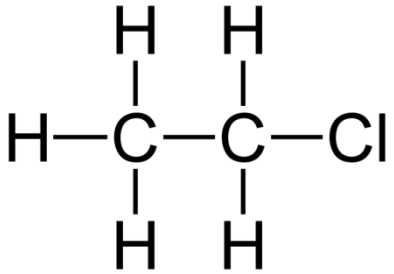
메탄
(methane)



브롬화메탄
(bromomethane)



에탄
(ethane)

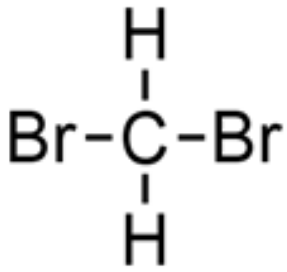


염화에탄
(chloroethane)

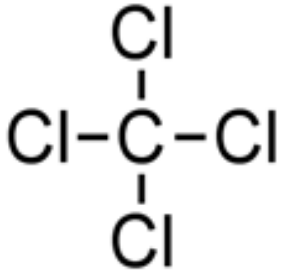
기 (group)	이 름	기 (group)	이 름
– F	fluoro–	– I	iodo–
– Cl	chloro–	– NH_2	amino–
– Br	bromo–	– NO_2	nitro–

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

법칙 5. 유기화합물에 같은 형태의 다른 원자가 하나 이상 포함 될 때 2개의 경우는 접두사 di-, 세개는 tri- , 네개는 tetra- 를 붙인다. dibromomethane 은 2개의 브롬원자가 메탄분자에 결합된 것이며, tetrachloromethane은 4개의 염소(chlorine) 가 메탄분자에 결합된 것이다.



Dibromomethane



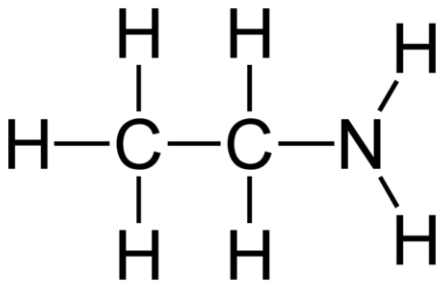
Tetrachloromethane



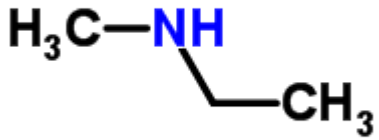
Tetrafluoromethane

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

법칙 6. 만일 둘 또는 그 이상의 각기 다른 기들이 탄소고리에 붙을 경우 결합된 사슬길이에 따르거나 (예: methylethylamine) 또는 단순히 알파벳 순서 (예: ethylmethylamine) 에 따라 명명한다



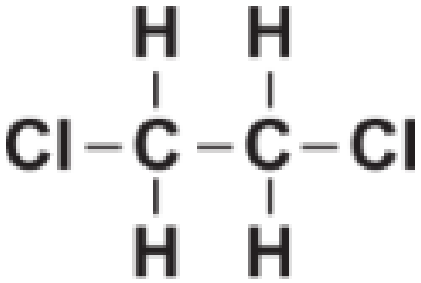
ethylamine
($C_2H_5NH_2$)



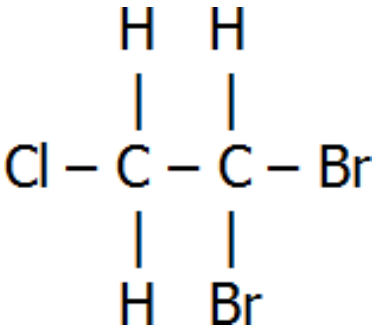
methylethylamine
(C_3H_9N)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

법칙 7. 탄소원자에 다른 원자가 붙을 때 그 치환기가 붙은 탄소원자의 번호를 그 치환기의 이름 앞에 붙인다. 탄소원자의 번호는 치환기가 붙은 사슬 끝에서 가장 가깝게 되도록 한다. 예를 들면 1,2 dichloroethane은 에탄분자에 두 개의 염소원자가 붙은 것인데 하나는 탄소번호 1에, 다른 하나는 탄소번호 2에 치환된것이다



1,2–dichloroethane



1,1–dibromo–2–chloroethane

전체 숫자를 합한 값이 최소가 되도록 함

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY