

유기화합물과 고분자

Organic Chemicals and Polymers

제 7 장



● 화석연료

- 중요한 에너지원
- 수많은 소비재를 만드는 이용되는 탄화수소의 중요한 원천
- : 석유는 상업적으로 중요한 유기화합물의 합성의 출발 원료
- 석유화학공업 또는 유기화학공업

● 유기화학 (Organic Chemistry)

- 알려진 화합물 중 85%이상이 탄소화합물이며 이를 연구하는 화학분야.

표 7.1 • 미국에서 생산되는 중요한 화학물질*

이름	제조법	최종 용도
황산	황을 연소하여 SO_2 제조, SO_2 를 산화하여 SO_3 로 만들고 물과 반응시킴. 금속 야금에서도 회수됨.	비료, 석유 정제, 금속과 화합물의 제조
에틸렌	석유와 천연가스의 탄화수소를 열분해	플라스틱, 부동액, 섬유, 용매
암모니아	질소와 수소의 촉매 반응	비료, 플라스틱, 섬유, 수지
인산	황산과 인산염 암석을 반응시킴 인 원소를 연소시켜 물에 녹임	비료, 세제, 물 처리 화합물
염소	NaCl 전기분해, HCl 사용 후 회수	화학제품, 플라스틱, 용매, 펄프와 종이
프로필렌	석유와 석유 제품의 열분해	플라스틱, 섬유, 용매
수산화 소듐	NaCl 용액의 전기분해	화학물질, 펄프와 종이, 알루미늄, 식물, 석유 정제
질산 암모늄	암모니아와 질산의 반응	폭약, 비료
요소	압력을 가한 NH_3 와 CO_2 의 반응	비료, 동물 사료, 접착제, 플라스틱
스타이렌	에틸벤젠의 탈수반응	고분자, 고무, 폴리에스터

* 유기화합물은 강조하여 표시함.

7.1 유기화합물

- **유기화합물** : 탄소화합물을 일컬음

- 화학공업에서 사용되는 많은 유기화합물은 화석 연료에서 얻어짐

- 천연가스 및 석유의 촉매 열분해 통해 알케인 생성.

: 에틸렌, 프로필렌, 뷰틸렌, 아세틸렌 (그림 7.1)

- 석탄 및 석유 고온 가열 분별 증류하면 코크스, 콜타르, 석탄가스의 방향족

혼합물 생성

: 벤젠, 톨루엔 (그림 7.2)

- 사탕수수에서 설탕, 발효된 곡식에서 에틸알코올 생성.

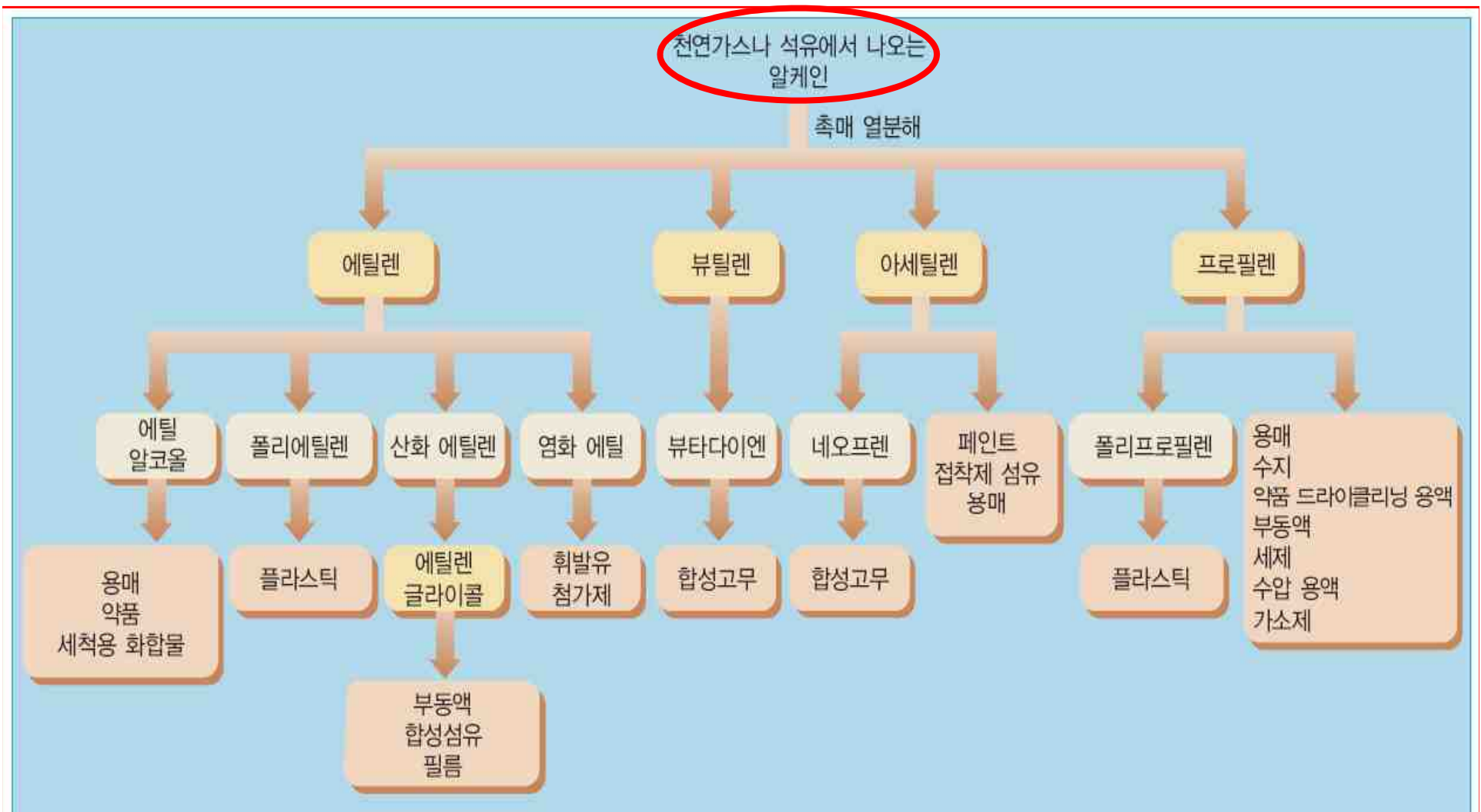


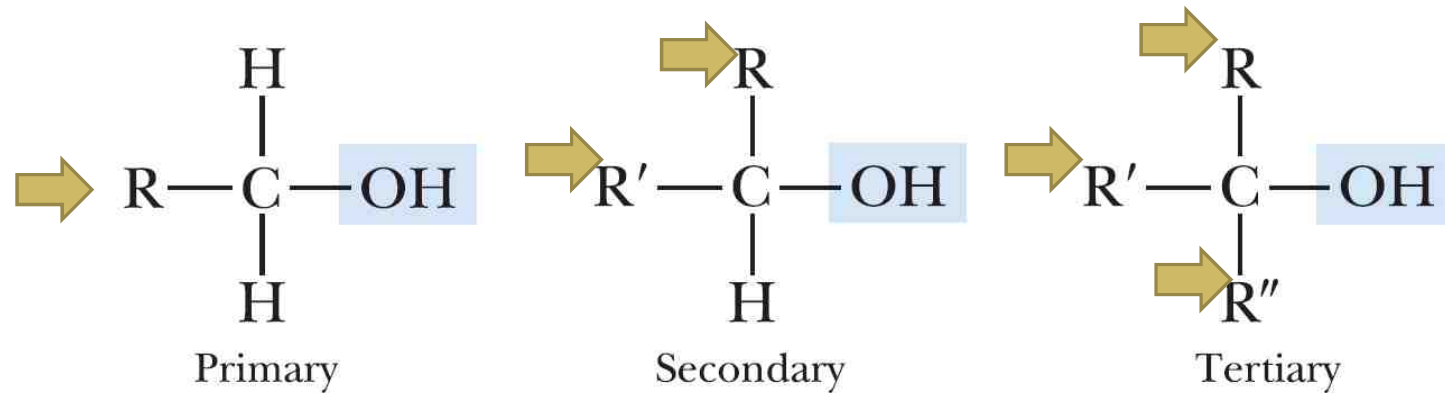
그림 7.1 석유와 천연가스를 원료로 하는 탄화수소. 촉매 열분해에서는 에틸렌, 뷰틸렌, 아세틸렌, 프로필렌이 생성되며 이런 것은 다른 화학제품 원료와 여러 종류의 소비재로 전환된다.



그림 7.2 석유와 석탄에서 나오는 방향족 화합물과 용도.

7.2 알코올과 산화 생성물

- 알코올 : 탄소 원자에 결합한 하나 이상의 하이드록실기 (-OH)기를 함유.
- C-OH의 탄소(C)에 붙어 있는 알킬기의 개수에 따라서 1차, 2차, 3차로 분류.



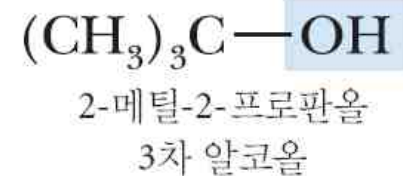
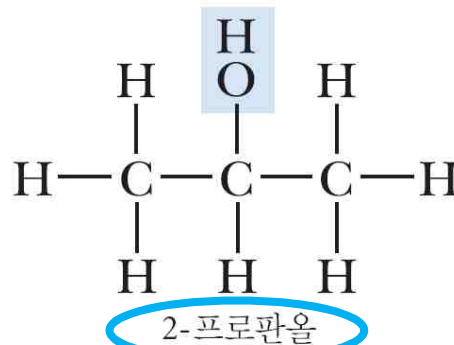
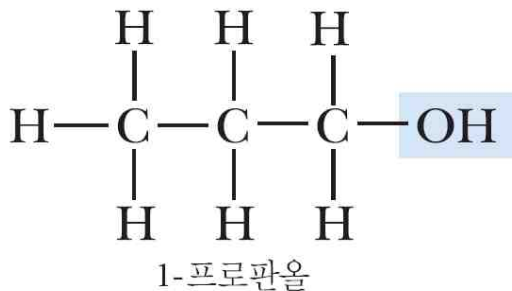
● 알코올 : 탄소 원자에 결합한 하나 이상의 하이드록실기 (-OH)기를 함유.

● -C-OH의 탄소(C)에 붙어 있는 알킬기의 개수에 따라서 1차, 2차, 3차로 분류.

1차 알코올 : 에탄올과 1-프로판올

2차 알코올 : 70%수용액으로 약국에서 소독용 알코올로 판매되고 있는 2-프로판올

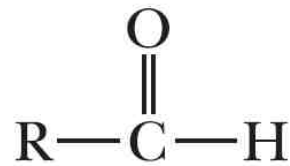
3차 알코올 : 휘발유 첨가제로 쓰이는 2-메틸-2-프로판올 (4개의 탄소원자로 구성)



소독용 알코올(아이소프로필 알코올 또는 2-프로판올)은 상처를 깨끗하게 하는 데 이용된다.

알코올은 다른 유기 화합물을 합성하는데 출발 물질로 사용

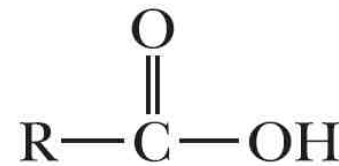
- 알코올의 종류와 산화되는 정도에 따라 알데하이드, 케톤, 카복실산을 생성 가능



알데하이드

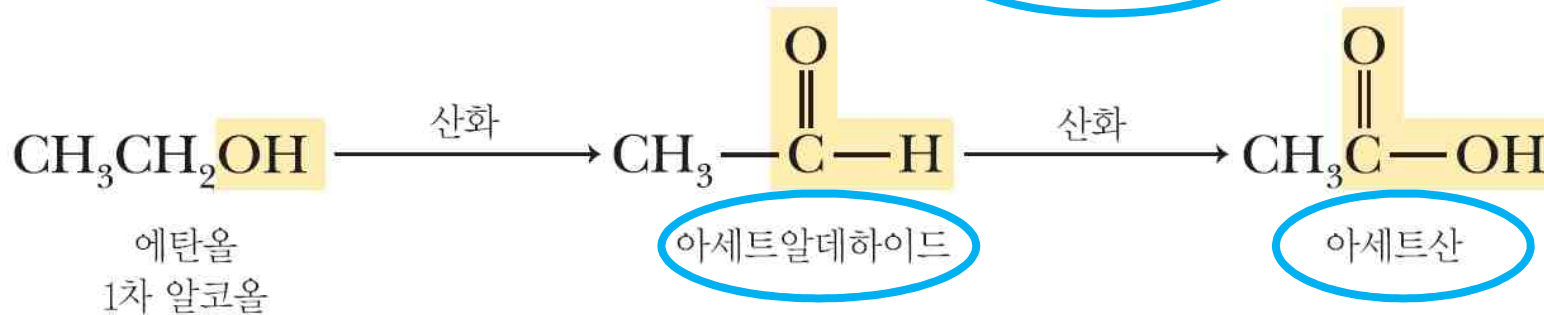
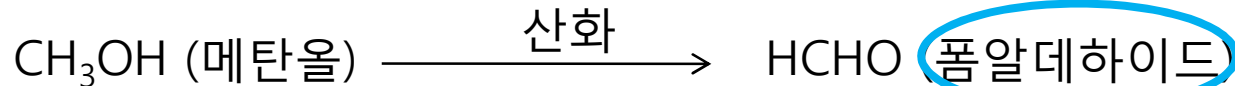


케톤

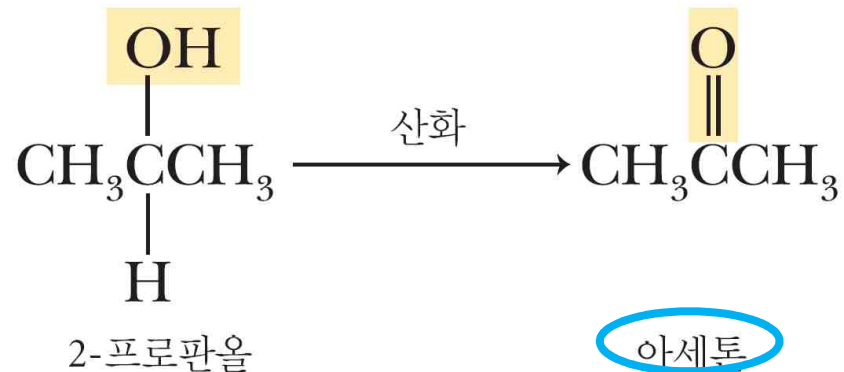


카복실산

- 1차 알코올로부터 산화를 통해 알데하이드와 카복실산을 만들 수 있다.



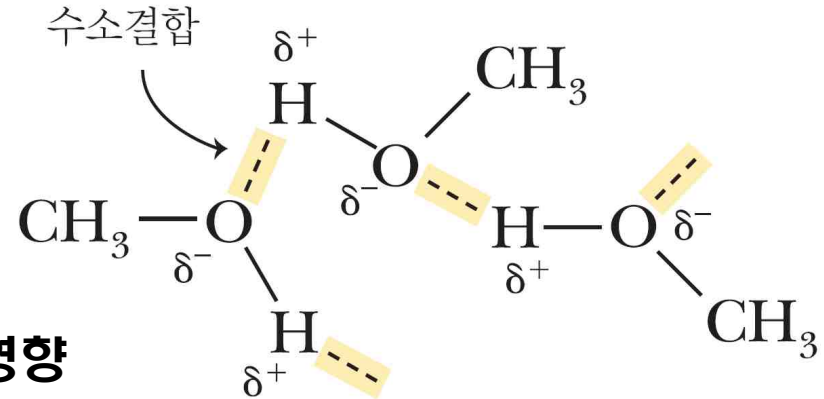
- 2차 알코올이 산화되면 케톤이 생성된다.



● 알코올의 수소 결합

: 알코올의 물리적 성질 → 액체에서 분자

사이에서 발생하는 수소 결합의 영향



[예] 메탄올 (CH_3OH , 분자량 32g)은 실온에서 → 액체

분자량이 큰 프로페인 (C_3H_8 , 분자량 44g)은 수소결합을 할 수 없어 실온에서 → 기체

- 알코올은 물 분자와 알코올의 -OH기 사이의 수소 결합 때문에 물에 잘 녹음.

- 끓는점: 에틸렌 글라이콜 (두개의 -OH기) < 글리세롤 (세개의 -OH기)

- 탄화수소의 사슬이 증가함에 따라서 비극성 사슬인 -OH기의 수소결합보다

용해도에 더 큰 영향을 미쳐 알코올의 물에 대한 용해도가 현저히 감소

표 7.3 • 몇 가지 중요한 알코올

구조식	끓는점(°C)	체계명	관용명	용도
CH_3OH	65.0	메탄올	메틸 알코올	연료, 휘발유 첨가제, 폼알데하이드 제조
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	78.5	에탄올	에틸 알코올	음료, 휘발유 첨가제, 용매
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	97.4	1-프로판올	프로필 알코올	공업용 용매
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	82.4	2-프로판올	아이소프로필 알코올	소독용 알코올
$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	198.0	1,2-에탄다이올	<u>에틸렌 글라이콜</u>	부동액
$\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$	290.0	1,2,3-프로판트라이올	<u>글리세롤(글리세린)</u>	식품과 화장품의 습윤제

에탄올

- 알코올 음료에 들어 있는 것은 에탄올이다.

- 알코올 음료의 도수 (Proof) = 2 x 부피 %

ex) 80도의 보드카는 부피 %로 40 %의 에탄올을 함유

표 7.4 알코올 음료

이름	발효된 탄화수소의 침전	에틸 알코올 양	도수
맥주	보리, 밀	5%	10
와인	포도 또는 다른 과일	최대 14%(알코올 추가 없는 경우)	20~28
브랜디	증류수	40~45%	80~90
위스키	보리, 귀리, 옥수수 등	45~55%	90~110
럼	당밀	~45%	90
보드카	감자	40~50%	80~100

알코올 음료의 분해

- 에탄올은 혈액에 의해 빠르게 흡수
- 간에서 분비되는 효소에 의해 대사
- 에탄올은 간의 효소에 의해 아세트알데하이드로 산화 후 더 산화 시 아세트산이 되며 결국 CO₂와 H₂O로 분해되어 폐와 신장을 통해서 배출
- 변성 알코올 : 화학적 방법이나 물리적 방법으로 제거 하기 어려운 메탄올과 같은 독성 물질을 소량함유.

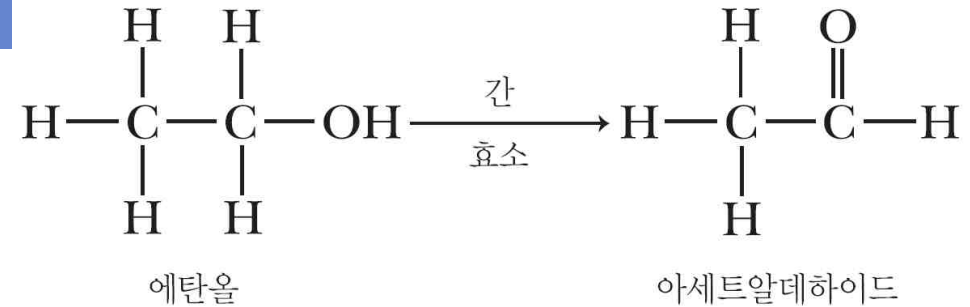


표 7.5 • 혈중 알코올 수준의 영향*

음주 횟수 †	알코올의 부피%	효과
1~4	0.05~0.15	운동조화 부족, 판단력 변화, 과장된 감정
5~10	0.15~0.20	중독(분명치 않은 발음, 인식과 평형의 변화)
10~15	0.30~0.40	의식불명, 혼수상태
15 이상	0.50	사망 가능성

* 몇몇 주에서는 혈중 알코올 농도가 0.08% 이상인 사람을 법적으로 중독자로 간주한다.

† 횟수=4.5% 맥주 12 oz

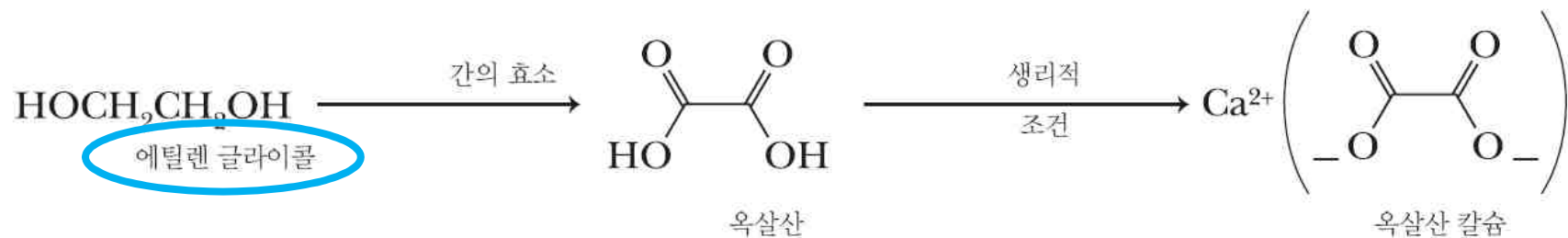
14% 포도주 4 oz

45% 술 1에서 1 1/2 oz

에틸렌 글라이콜과 글리세롤

● 에틸렌 글라이콜: 부동액의 중요한 성분

- 에틸렌 글라이콜이 간의 효소로 인해 옥살산으로 변형되고 생리적 조건에 따라 옥살산 칼슘으로 변형되어 신장과 뇌에 결정화되어 심각한 병을 유발
[라디에터 용액등, 부 주의 하게 보관된 부동액 조심!, 간의 알코올 탈수소효소는 에틸렌 글라이콜보다 에탄올 더 선호 (치료제-에탄올)]



● 글리세롤: 3가 알코올로 비누의 부산물임

- 습기를 유지할 수 있는 성질 때문에 먹을 수 있는 무독한 습윤제로 식품, 담배에 사용되며 약품과 화장품 제조에도 사용

확인문제 7A

- 1-프로판올, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 의 R기는 무엇인가? $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- 콜타르는 어떤 종류의 탄화수소에 대한 중요한 원천인가? 방향족 탄화수소
- 에탄올은 혈액으로 쉽게 흡수되어서 간에서 아세트알데하이드로 산화된다.
- 2-프로판올을 흔히 소독용 알코올이라고 한다.
- 부동액의 가장 중요한 성분은 에틸렌 글라이콜이다.
- 84도인 진에는 에탄올이 몇 퍼센트 포함되어 있는가? 42%
- 공업용으로 사용하려는 에탄올은 소량의 독성 물질을 첨가하여 변성 알코올로 만들어야 한다.
- 글리세롤에는 3 개의 알코올 기가 있다.
- 지방과 기름은 알코올인 글리세롤의 에스터이다.
- 산화되어서 폼알데하이드가 되는 알코올의 구조식은 CH_3OH 이다.
- 어떤 알코올이 간의 효소에 의하여 산화되어서 옥살산이 되는가? $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
- 에틸렌 글라이콜 중독의 해독제는 무엇인가? 에탄올, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

석탄에서 생성되는

HCOH

7.3 카르복실산과 에스터

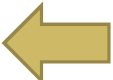
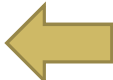
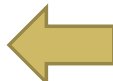
• 카르복실산

- : COOH 작용기를 포함. $-COOH$, CO_2H , $-C(=O)-OH$ 로 표시
- : 알코올이나 알데하이드의 산화로 생성 (포도주가 시어져 식초가 된다)
- : 극성을 띠며 쉽게 수소 결합을 형성 → 비교적 높은 끓는점

표 7.6 • 몇 가지 간단한 카복실산

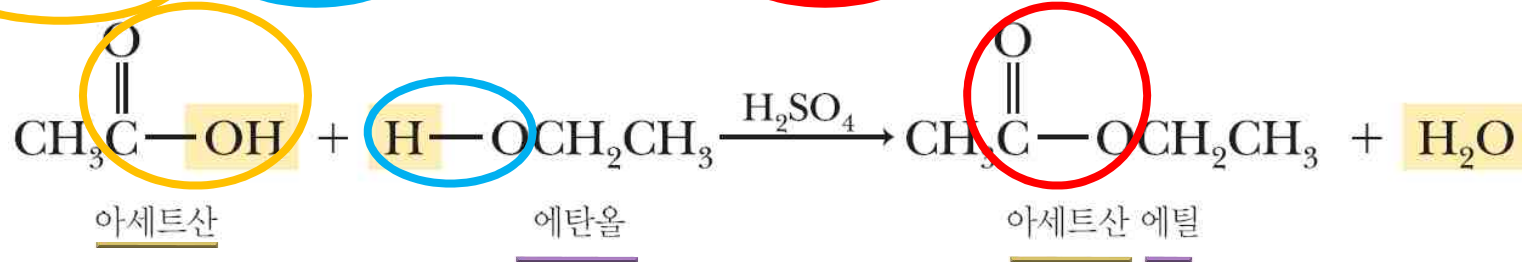
구조	냄새	관용명	계통명	끓는점($^{\circ}C$)
$\begin{array}{c} O \\ \\ HCOH \end{array}$	코를 찌름	폼산	메탄산	101
$\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3COH \end{array}$	식초 ← 5%	아세트산 ←	에탄산	118
$\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3CH_2COH \end{array}$	스위스 치즈	프로피온산	프로판산	141
$\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3(CH_2)_2COH \end{array}$	상한 버터	뷰티르산	뷰탄산	163
$\begin{array}{c} O \\ \\ CH_3(CH_2)_3COH \end{array}$	퇴비	발레르산	펜탄산	187

표 7.7 • 몇 가지 천연 카복실산

이름	구조	천연 원천
글라이콜산	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	사탕수수
시트르산 	$ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{COOH} \end{array} $	감귤류 과일 
젖산 	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array} $	신 우유 
올레산	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	식물성 기름
옥살산	$\text{HOOC}-\text{COOH}$	장군풀, 시금치, 양배추, 토마토
스테아르산	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$	동물지방
타타르산	$ \begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} $	포도 주스, 포도주

● 에스터 (ester)

: 카복실산과 알코올을 반응시키면 $-COOR$ 을 작용하는 에스터가 생성.



몇몇 가정용품은 상쾌한 냄새를 가지는 휘발성 용매인 아세트산 에틸을 함유하고 있다.

: 카복실산의 $-OH$ 가 알코올의 $-OR$ 로 치환된 형태

: 상쾌한 향을 나타냄 (꽃 향기나 과일 향기는 천연 에스터에서 발생)

ex) 아세트산 에틸 (ethyl acetate)은 에탄올과 아세트산에서 생성된 에스터

■ 에스터의 작용기를 나타내는 세 가지 방법은

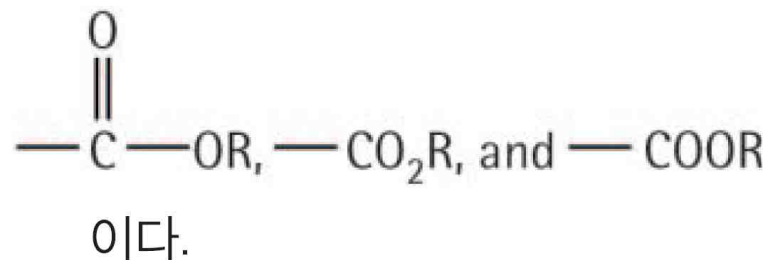


표 7.8 • 몇 가지 산, 알코올과 그 에스터

산	알코올	에스터	에스터의 냄새
CH_3COOH 아세트산	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ 3-메틸-1-부탄올	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \end{array}$ 아세트산 3-메틸부틸	바나나
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 펜탄산	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ 3-메틸-1-부탄올	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \end{array}$ 펜탄산 3-메틸부틸	사과
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 뷰탄산	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 1-뷰탄올	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$ 뷰탄산 뷰틸	파인애플
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 뷰탄산	 -CH ₂ OH 벤질 알코올	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ 뷰탄산 벤질	장미

확인문제 7B

1. 가장 단순한 알데하이드는 폼알데하이드 (HCHO) 이다.
2. 식초에 들어 있는 유기산은 아세트산 이다.
3. 아세트산 에틸은 아세트산 과 에탄올 을 반응시켜 만든다.
4. 메탄올과 아세트산을 반응시켜서 얻어지는 에스터의 이름은 아세트산 메틸 이다.
5. 감귤류에 들어 있는 시트르산은 3 개의 카복실기를 가진다.
6. 가장 간단한 케톤은 아세톤 이다.
7. 많은 과일의 냄새와 향은 (a) 카복실산, (b) 에스터, (c) 알코올 때문이다.
8. 대부분 유기화합물의 가장 중요한 원천은 무엇인가? 석유

7.4 합성 유기고분자

● 고분자 (polymer)

: 작은 분자(단량체)에서 유도되는 반복 단위들로 이루어진 매우 큰 분자

- 천연 고분자와 합성 고분자로 구별

- 합성고분자

★ 첨가 고분자 (addition polymer) : 단량체 단위들이 직접 연결.

단량체 내에 이중 또는 삼중결합을 포함.

★ 축합 고분자 (condensation polymer) : 물과 같은 작은 분자들이 분리되면서

단량체 단위들이 결합.

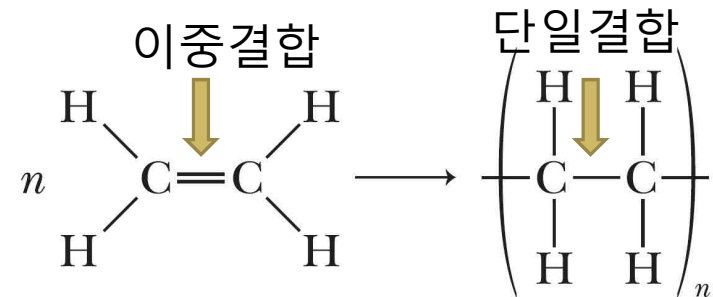
● 단량체 (monomer) : 고분자를 합성하기 위하여 사용되는 작은 분자들

첨가 고분자 → 1.폴리에틸렌, 2.에틸렌유도체의 고분자, 3.고무

1. 첨가 고분자 : 폴리에틸렌

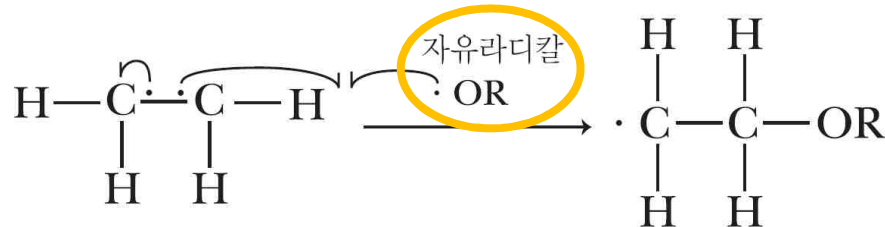
- 단량체들은 보통 한두 개의 이중결합 가진다.

[예] 에틸렌 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow$ 폴리에틸렌

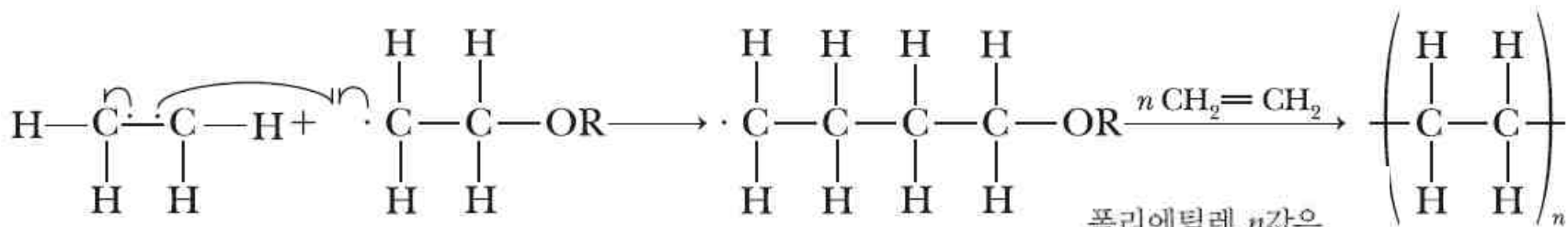


: 에틸렌을 촉매 존재 하에서 1000~3000기압의 압력과 100~250℃ 사이로 가열시 수백만의 분자량을 갖는 고분자가 생성

: 에틸렌의 탄소-탄소 이중 결합이 부분적으로 깨져서 분자의 양끝에 쌍을 이루지 못한 전자를 가지는 자리 형성



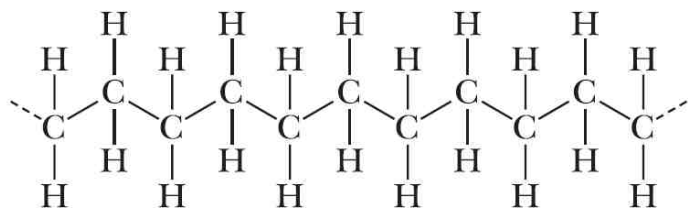
: 유기 과산화물과 같은 쉽게 자유라디칼로 쪼개지는 물질이 개시체로 사용



폴리에틸렌 n값은
1,000에서 50,000 사이
이다.

● 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 0.97g/mL

- 단단하고 질기며 견고함, 플라스틱 우유병등에 사용



폴리에틸렌 분자의 일부

또는

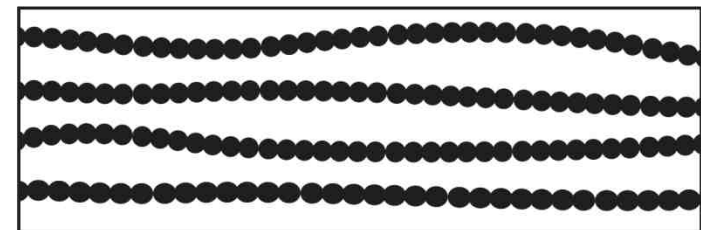


직선형 폴리에틸렌의 모형

각 모서리는 CH₂기를 나타낸다



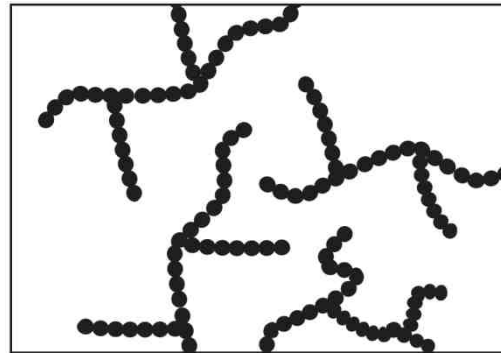
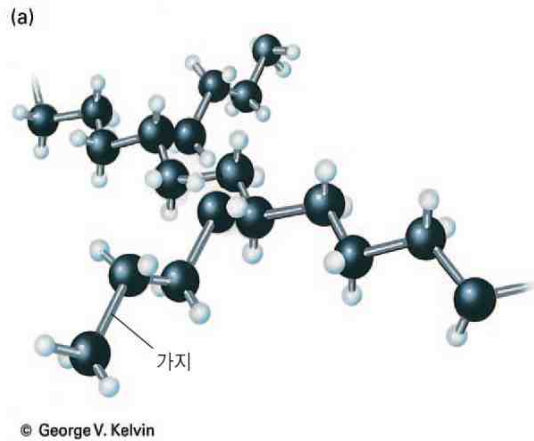
그림 7.4 몇몇 병들은 HDPE로 만들어졌으며 가장 흔히 재활용되는 고분자 재료 중 한 가지이다.



고밀도 폴리에틸렌(HDPE)의 고분자 사슬들 사이의 관계를 나타낸 모형도.

❖ 저밀도 폴리에틸렌 (LDPE), 0.92g/mL

- 부드럽고 유연, 샌드위치 봉지등에 사용

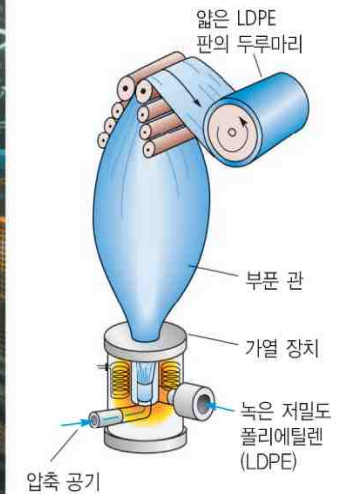


저밀도 폴리에틸렌(LDPE)의 가지를 가진 고분자 사슬들 사이의 관계를 나타낸 모형도.

그림 7.5 (a) 가지를 가진 폴리에틸렌과 (b) 교차 결합된 폴리에틸렌의



(a)



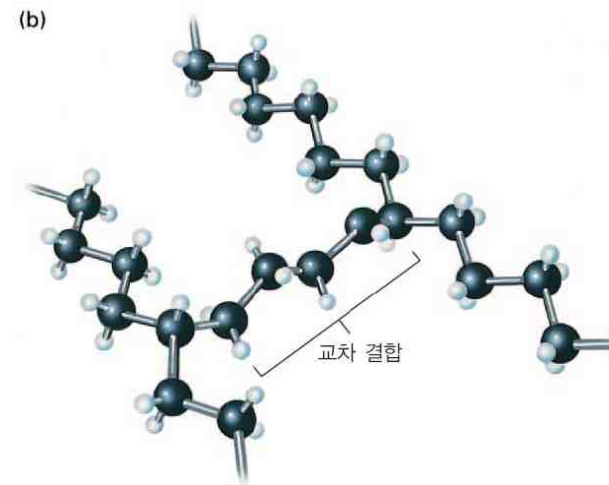
(b)

❖ 교차결합 폴리에틸렌 (CLPE)

: 선형사슬에 교차결합 형성

아주 질긴 형태 플라스틱

음료수 병에 사용하는 플라스틱 뚜껑

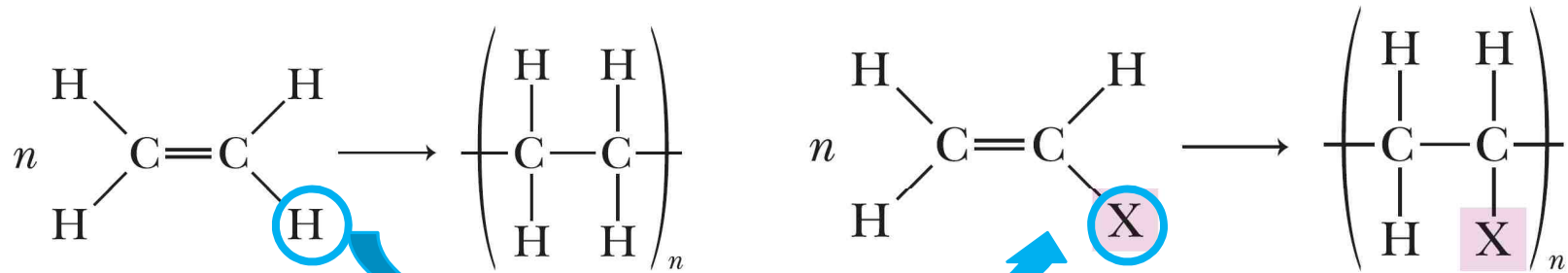


2. 첨가 고분자 : 에틸렌 유도체의 고분자

● 에틸렌 유도체의 고분자

: 에틸렌 유도체를 단량체로 사용하여 만들어질 수 있는 단량체들은 하나 또는

그 이상의 수소 원자들이 할로젠족 원자들이나 여러가지 유기 원자단으로 치환.



- 폴리스타이렌, 폴리프로필렌, 폴리 염화비닐 등

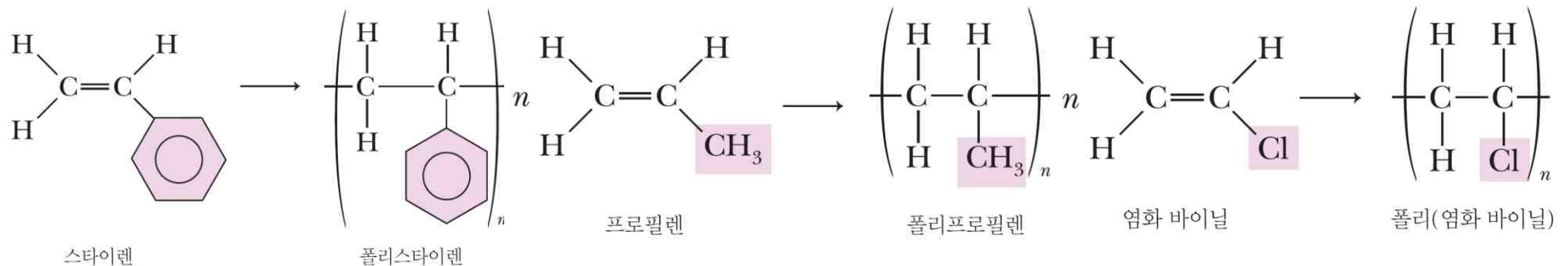


표 7.9 • 첨가중합을 하는 에틸렌 유도체들

구조	단량체 관용명	고분자 이름(상표명)	용도
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	에틸렌	PE 폴리에틸렌(폴리에텐) HDPE, LDPE, CLPE	짜낼 수 있는 용기, 봉지, 필름, 장난감과 성형물체, 전기절연체
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{CH}_3 \end{array}$	프로필렌	PP 폴리프로필렌 (벡트라, 헤르쿨론)	병, 필름, 실내외 카펫
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array}$	염화 바이닐	V 폴리(염화 바이닐)(PVC)	마루 타일, 비옷, 파이프 쓰레기봉지
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{CN} \end{array}$	아크릴로나이트릴		칼개, 직물
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	스타이렌	PS	음식품 쿨러, 건물 단열재 장난감, 가전용품
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 \end{array}$	아세트산 바이닐		라텍스 페인트, 접착제, 직물 코팅제
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{CH}_3 \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	메타아크릴산 메틸		고급 투명 물체, 라텍스 페인트, 콘택트렌즈
$\begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$	테트라플루오로에틸렌	그림 7.7 훌륭한 단열재인 폴리스타이렌 이런 폼으로 만들어진 몇 가지 친숙한 용품들.	개스킷, 절연체, 베어링, 팬 코팅제

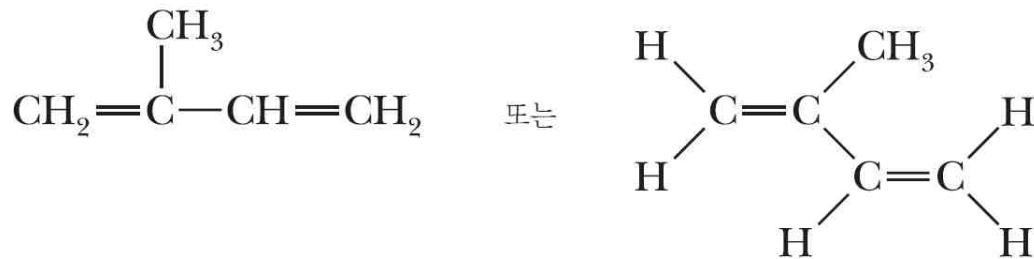


PVC 수도관. 이런 파이프는 수리와 건축에 흔히 사용된다.

그림 7.7 훌륭한 단열재인 폴리스타이렌. 이런 폼으로 만들어진 몇 가지 친숙한용품들.

3. 첨가 고분자 : 고무

- 천연 고무 : C_5H_8 의 화학적 조성을 한 탄화수소이며 *Hevea brasiliensis* 나무의 상처 부위에서 흘러나오는 라텍스(고무 입자와 물의 에멀션) 형태로 얻어 짐.



아이소프렌(2-메틸-1,3-뷰타다이엔)

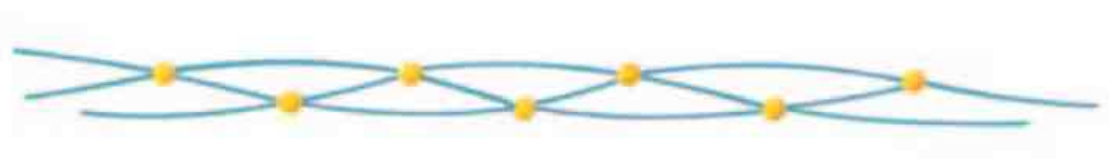
굿이어(Charles Goodyear)가 발견한 형태인 가황고무.

: 천연고무 고분자를 서로 결합시켜 주는 황 원자로 구성된 짧은 사슬을 가짐

황 교차 결합



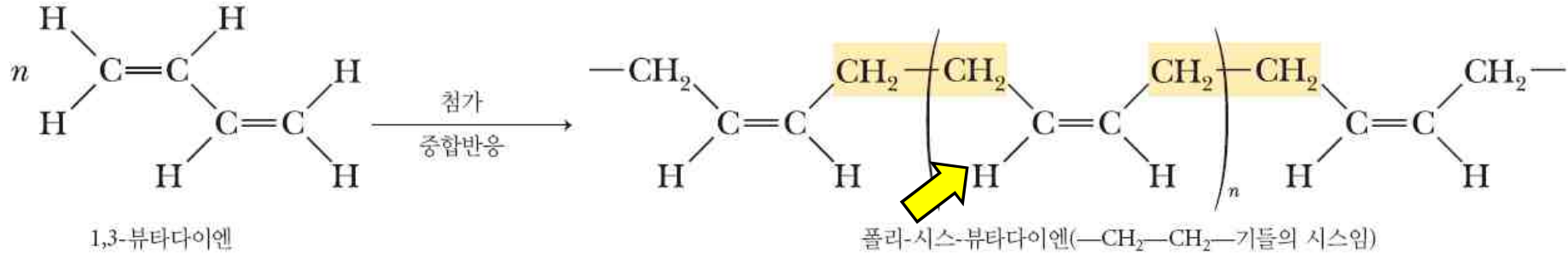
(a) 잡아당기기 전



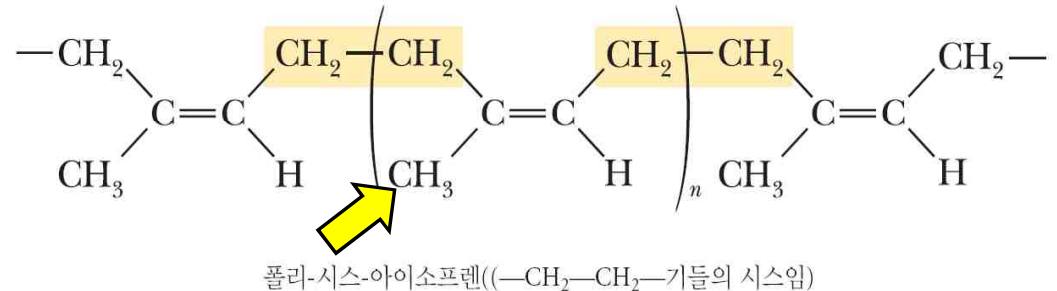
(b) 잡아당긴 후

● **합성 고무 : 2차 세계 대전 중 합성 고무가 개발 됨**

(폴리-시스-뷰타다이엔) : 타이어, 호스, 벨트의 생산

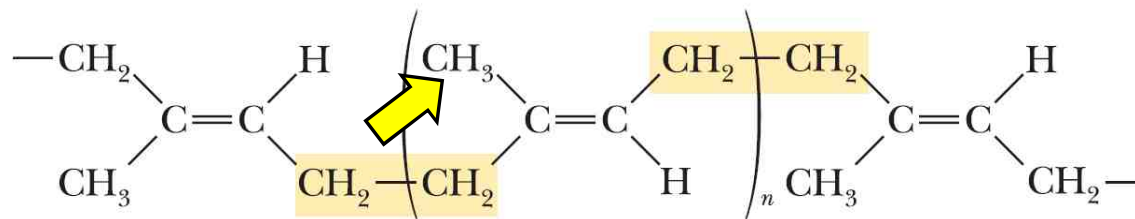


● **천연고무 (폴리-시스-아이소플렌)**



● **구타페르카 (폴리-트랜스-아이소플렌) : 사포딜라 나무 껍질과 잎에서 얻음.**

: 부서지기 쉽고 단단, 골프공 껍질 전기 절연체등.



폴리-트랜스-아이소프렌((—CH₂—CH₂—기들의 트랜스임)



구타페르카 껍질을 가진 골프공.

확인문제 7C

1. 고분자를 구성하는 각각의 분자들을 단량체 라고 한다.
2. 첨가 고분자 생성의 개시 단계에는 유기과산화물 과 같은 자유라디칼 이 사용된다.
3. 첨가 반응을 일으키는 단량체는 반드시 분자 내에 이중 또는 삼중 결합을 해야 한다.
4. 첨가 반응 중에 에틸렌의 이중 결합은 단일 결합으로 바뀐다.
5. 테플론의 단량체는 CF_2CF_2 (오른쪽 여백의 그림 참조)이다. (a) 맞다, (b) 틀리다.
6. PVC(폴리염화바이닐)를 만드는 데 필요한 단량체는 CH_2CHCl 이다.
7. 천연고무는 폴리- 시스 -아이소프렌이다.
8. 폴리에틸렌의 3가지 종류는 LDPE, HDPE, CLPE이다.
 - (a) LDPE는 저밀도 폴리에틸렌 을 나타낸다.
 - (b) HDPE는 고밀도 폴리에틸렌 을 나타낸다.
 - (c) CLPE는 교차결합 폴리에틸렌 을 나타낸다.

축합 고분자 → 1. 폴리에스터, 2. 폴리아마이드(나일론)

● 축합 고분자 : 축합 반응에 의해 생성된 고분자

축합 반응 : 두 개의 작용기를 가진 두 분자가 작은 분자를 제거하면서

반응하여 더 큰 분자를 형성하는 화학 반응

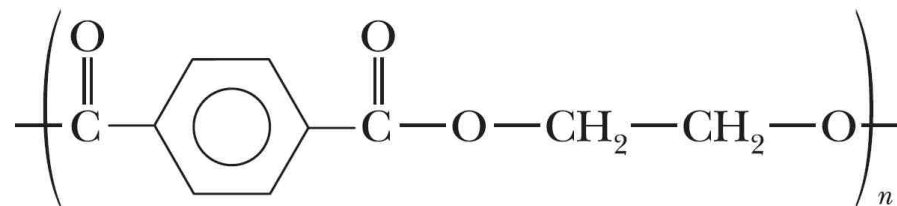
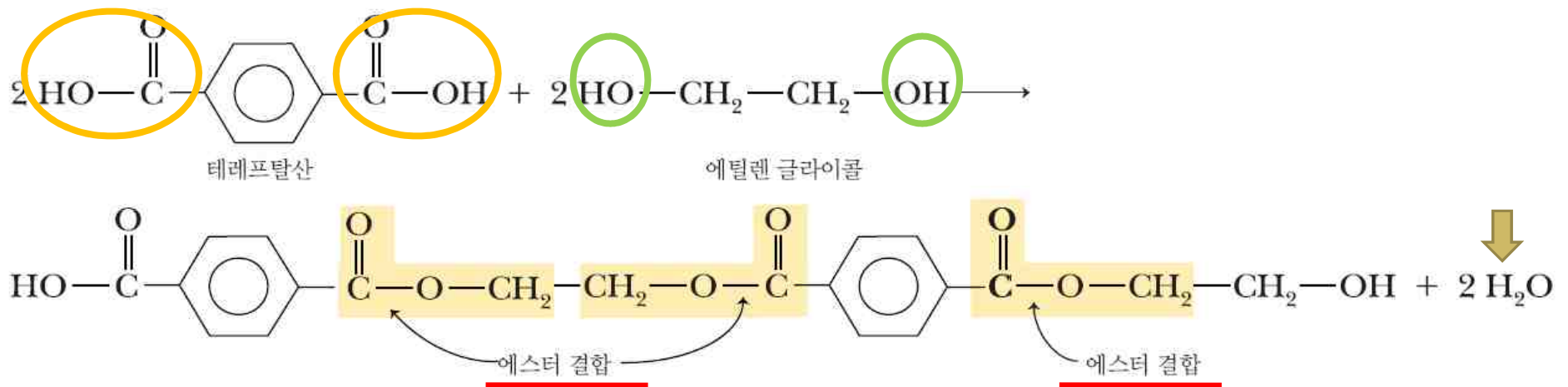
: 카복실산과 알코올이 반응하여 물과 에스터가 생성되는 것

1. 축합 고분자 : 폴리에스터

- 폴리에스터 (PET or PETE): 두개의 카복실기를 가진 분자와 두개의 알코올기를

가진 분자는 각각 양끝에서 에스터 결합을 형성

: 음료수병, 의복, 사진 필름 및 음식 포장재 등에 사용



폴리(프탈산 에틸렌)

PET, PETE



폴리에스터 섬유사들.

2. 축합 고분자 : 폴리아마이드 (나일론)

● 폴리 아마이드 (나일론) : -NH_2 작용기를 포함하는 일차 아민과 산의 축합반응

- 카복실산과 아민이 반응하여 물과 아마이드를 형성

- 듀폰사에서 1928년 아디프산과 헥사메틸렌다이아민으로 부터 나일론 생성

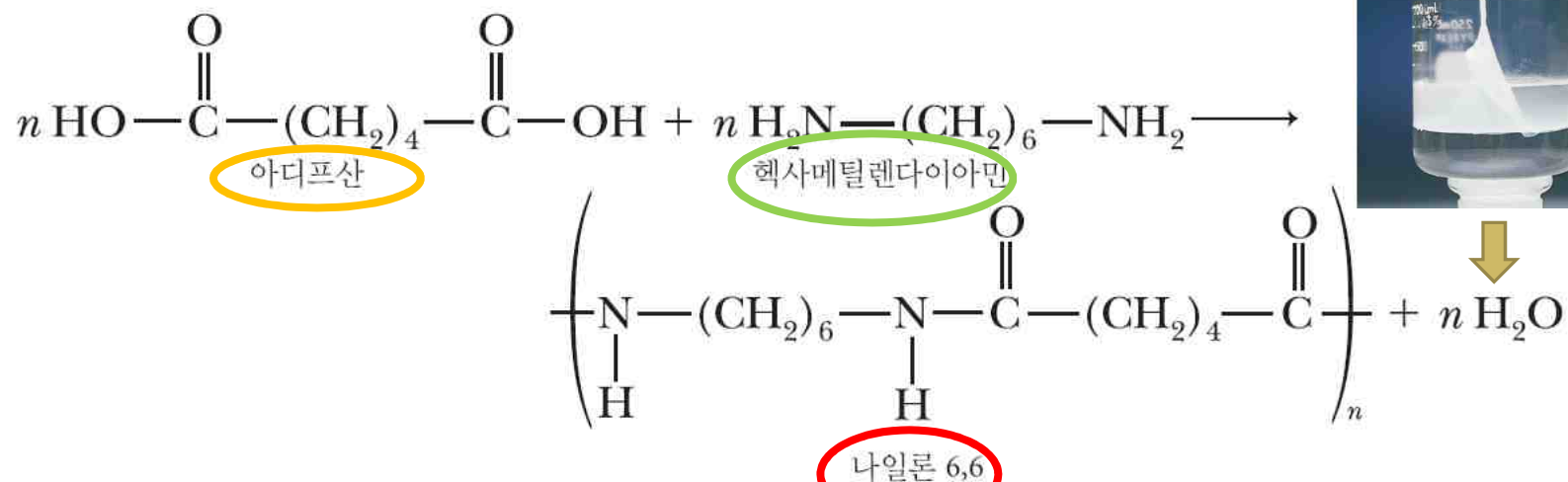
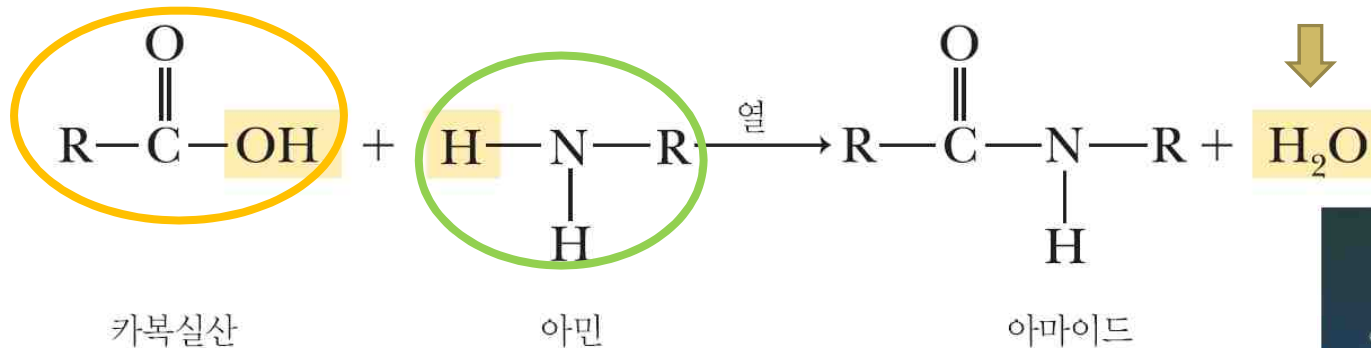
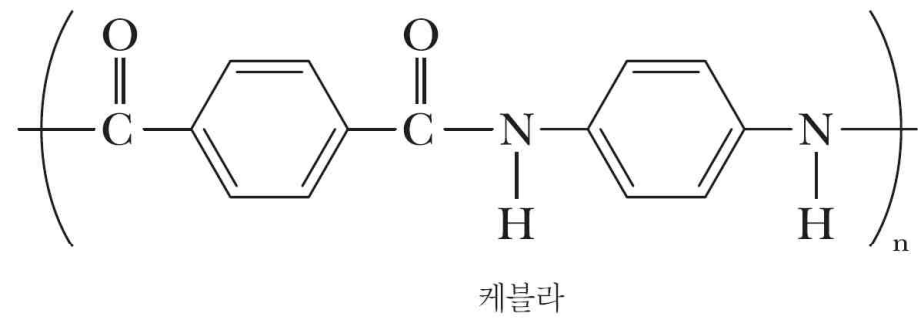




그림 7.12 케블라로 만든 조끼는 많은 경찰관의 목숨을 구하였다(케블라는 듀폰사에서 만든 아라미드 섬유류의 등록상표이다).

폴리아마이드



7.5 새로운 고분자 재료

● 복합재 : 고분자의 기질 내에 섬유가 들어간 형태

- 작은 비중, 높은 강도, 높은 화학적 저항성에 기인하여 자동차와 비행기의 구조물, 스포츠 용품등에 사용됨

[예] 강화 플라스틱 (Reinforced plastic) : GM 새턴 자동차의 차체 패널

(유리 섬유) - 강화 플라스틱에 사용되는 섬유 재료의 90%이상을 차지)

탄소 고분자 복합재 : 골프 클럽, 테니스 라켓, 낚시대, 스키등에 사용



새로운 고분자 재료. (a) 유연한 펜더 패널을 포함하고 있는 새턴 자동차, (b) 진열된 스키용품, (c) F-16

7.6 재활용 플라스틱

● 쓰레기의 재활용 : 수집, 분리, 재생, 최종 이용의 4단계

: 금속의 재활용은 오래 전부터 시행되었지만,
plastic의 재활용은 매우 느리게 개발

● 플라스틱의 재활용

- PET : 카펫, 의류, 가구등으로 재활용
- HDPE : 쓰레기통, 하수관, 쓰레기봉지 등으로 재활용

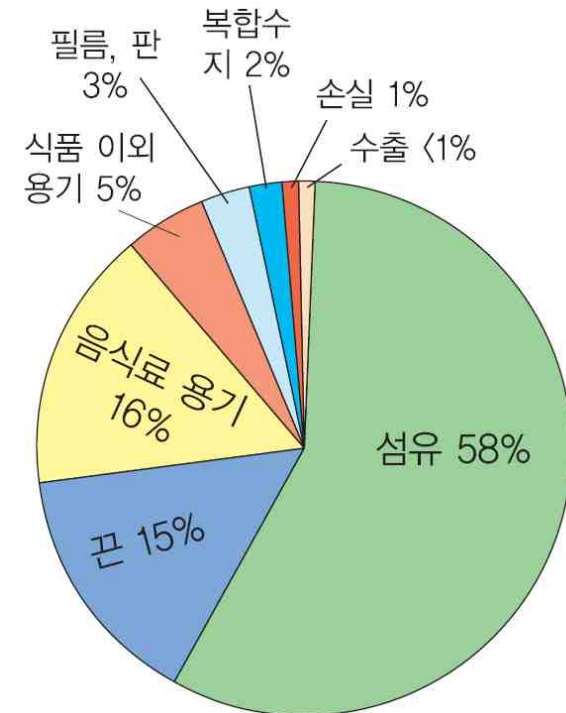
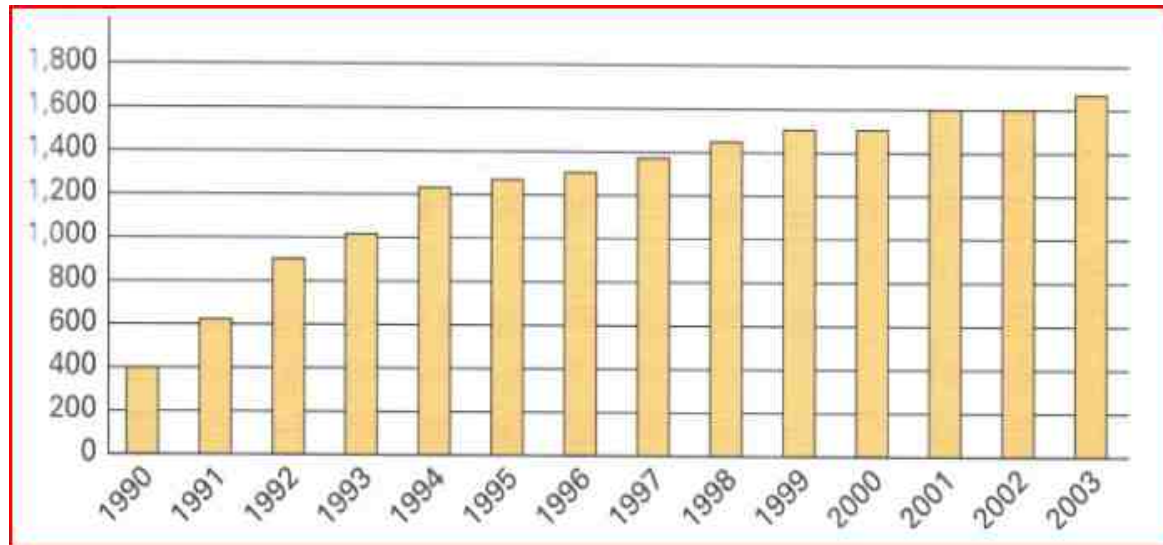


그림 7.15 미국에서 재활용된 PET병의 최종 용도

그림 7.14 플라스틱 용기의 기호.
용기를 재활용을 위해 분류될 수 있도록 플라스틱의 종류를 나타내는데 이용된다.

**축합고분자
(폴리에스터)**

첨가고분자

기호	재료	재활용된 병의 비율(%)
 PETE	폴리(테레프탈산 에틸렌)(PET 또는 PETE)*	20-30
 HDPE	고밀도 폴리에틸렌	50-60
 V	폴리(염화 바이닐)(PVC)*	5-10
 LDPE	저밀도 폴리에틸렌	4-10
 PP	폴리프로필렌	5-10
 PS	폴리스타이렌	5-10
 OTHER	모든 다른 수지와 복합재	5-10

*병의 기호는 등록상표와 혼동을 피하고자 표준 공업 기호와 다르다.

확인문제 7D

1. 축합 고분자 형성의 대표적 예는 아디프산 와 헥사메틸렌 다이아민 이 반응하여 물 이 제거되면서 나일론 6,6 이 얻어지는 것이다.
2. 나일론은 축합 고분자의 예이다.
3. 폴리아마이드는 많은 유기산과 아민기의 반응으로부터 물 이 분리되어 나올 때 형성된다.
4. 폴리에스터는 (a) 첨가 반응, (b) 축합 반응에 의해서 생성된다.
5. 성공적인 재활용을 위해서는 수집, 분리, 재생, 최종 이용의 4단계가 필요하다. (a) 맞다, (b) 틀리다.
6. 유리섬유 는 현재 강화 플라스틱에 사용되는 섬유성 재료의 90% 이상을 차지하고 있다.
7. 고분자 기질에 흑연 섬유가 들어 있는 흑연 섬유 복합재는 스키, 낚싯대, 비행기의 구조물 등에 쓰인다.
8. 가장 널리 재활용되는 음료수병을 만드는 데 사용되는 두 가지 고분자는 무엇인가?
PET (PETE), HDPE