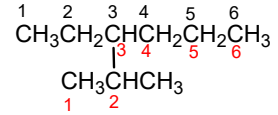


4. 탄화수소와 유도체

[연습문제 해설과 답]

1. 주사슬 수가 같을 때 : ②

② 화합물의 경우 오른쪽 그림과 같이 곁가지가 하나(isopropyl-)인 경우와 곁가지가 두 개(ethyl-, methyl-)인 경우가 있는데, 곁가지가 많은 쪽을 선택해 3-Ethyl-2-methylhexane으로 나타낸다.



2. 2° 탄소 : ①

탄소에 결합한 다른 탄화수소가 2개인 경우가 2° 탄소인데, ① 4개, ② ; 2개, ③ 2개, ④ ⑤

3. 할로제늄 이온 : ⑤

알켄에 브로민(Br_2)을 첨가하면 브로모늄 이온이 생성되어 반대 방향에서 Br^- 이온이 공격해 트랜스 생성물을 형성한다. 이것을 검증하기 위해 사이클로알켄에 브로민을 첨가하면 트랜스 생성물을 확인할 수 있다.

4. 뉴먼 투영도 : ③

n- Butane에 대해 뉴먼 투영도에서 가장 안정한 것은 메틸기($-\text{CH}_3$)가 트랜스로 배열된다.

5. IUPAC 이름 : ③

고리 모양을 가진 탄소 화합물의 경우 이중 결합 위치가 무조건 1, 2번이고, 곁가지 번호가 낮은 것을 선택하는 게 타당하다.

6. 카보닐기의 알파 치환 반응 : ②

카보닐기($\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{smallmatrix}$)의 α 위치 수소는 산성을 띠는데, 이것을 제거해 탄소 음이온이 생성되면 엔올 음이온을 생성할 수 있고, 전자가 풍부한 탄소 간 이중 결합(또는 탄소 음이온)이 친전자체(E^+)를 공격해 치환 반응이 일어난다.

7. 메틸기의 혼성 오비탈 : ④

1,2-Dimethylcyclopentene에서 고리를 이루는 $-\text{CH}_2-$ 와 메틸기($-\text{CH}_3$)의 탄소는 모두 sp^3 혼성이고, 이중 결합을 이루는 탄소는 sp^2 혼성이다. 알켄에 Br_2 첨가는 반대 방향(트랜스 첨가 또는 anti 첨가)이 유리하고, 백금 촉매로 수소(H_2)를 첨가하면 syn 첨가가 일어난다.

8. 알켄의 안정성 : ⑤

알켄은 탄소 간 이중 결합 중심으로 치환기(탄화수소, 알킬기)가 많을수록 안정하고(Zaitsev's rule), 탄소 간 sp^2-sp^3 결합 수 외에 알킬기는 전자를 밀어주므로 알켄의 π 결합이 더 강화된다.

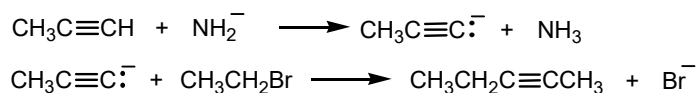
9. E, Z 배열 : ①

E, Z 배열에서 탄소 간 이중 결합을 하는 각 탄소에 대해 우선 순위를 정하는데, E는 1순위끼리 건너편(Entgegen), Z는 같은 쪽(Zusammen)을 의미한다. 우선 순위를 정하는 기본 원칙은 1) 원자 번호가 큰 것, 2) 원자 번호가 같으면 차이가 날 때까지 비교하고, 3) 다중 결합이 있으면 다중

결합 수만큼 원소가 결합했다는 것인데, $-C \equiv N$ 은 $\begin{array}{c} N \\ | \\ -C-N \\ | \\ N \end{array}$ 으로 판단한다.

10. 내부 알카인 : ②

2-펜타인은 내부 알카인이고 $CH_3C \equiv CH$ 의 pK_a 가 25, NH_3 의 pK_a 가 36이다. $CH_3C \equiv C:^-$ 가 친핵체로 CH_3CH_2Br 과 S_N2 반응으로 2-펜타인을 합성할 수 있다.



11. S_N1 과 S_N2 비교 : ④

이탈기가 먼저 떨어지는 과정은 S_N1 반응으로 CH_3CH_2Br 의 경우 이탈기(Br)가 1차 탄소에 결합해 있으므로 S_N2 반응 가능성이 높다.

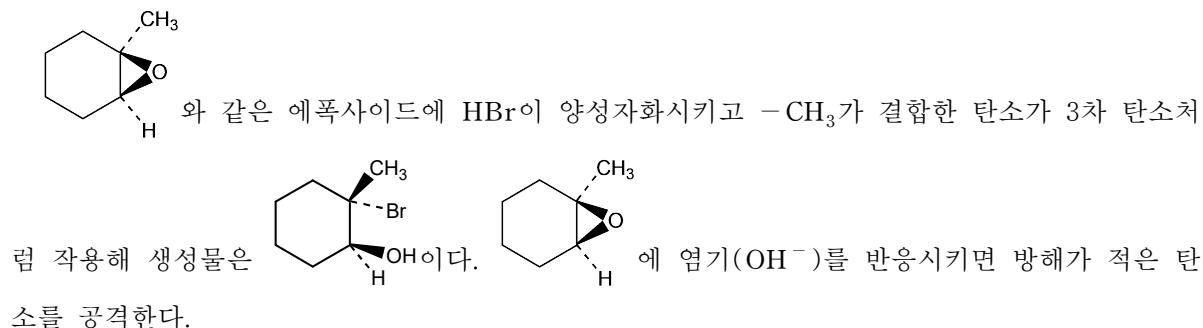
12. 벤젠 고리 치환기에 의한 반응성과 지향성 : ⑤

일반적으로 치환기가 벤젠 고리의 반응성을 증가시키면(전자 밀도를 높이면) o-, p- 지향성을, 반응성을 떨어뜨리면(전자를 끄는 치환기가 고리 전자 밀도를 낮추면) m- 지향성을 가진다. 할로젠 치환기는 전기 음성도가 커서 전자를 끌어 반응성을 떨어뜨리지만 비공유 전자쌍을 가지고 있어 공명 구조에 참여할 수 있어서 o-, p- 지향성을 가진다.

13. 알켄의 안정성 : ④

탄소 간 이중 결합을 중심으로 치환기가 적으면 안정성이 떨어지고, 치환기가 많을수록 안정성이 높아진다.

14. 에폭사이드의 반응 : ③



15. 그리냐르 시약 제한성 : ②

그리냐르 시약은 반응성이 매우 크기 때문에 양성자를 내어놓을 수 있는 $-OH$ 나 $-NH_2$ 작용기를 가지고 있으면 안 된다.

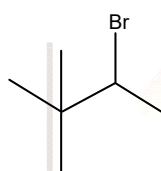
16. 아실 치환 : ⑤

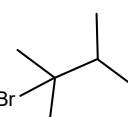
γ 은 에스터를 가수 분해(비누화)하는 반응으로 아세트산 나트륨염과 메탄올을 생성하고, α 에서 염화 이온이 이탈기로 작용해 에틸 아마이드가 생성된다. α 에서 메톡사이드(CH_3O^-)가 친핵체이고 에스터 이온이 이탈기로 작용한다.

17. 벤젠 고리와 치환기의 영향 : ④

벤젠 고리에서 $-NO_2$ 치환기는 전자를 끌어당기므로 벤젠 고리의 반응성을 떨어뜨리고, 메타 지향성을 가진다. 메틸기($-CH_3$)를 벤젠 고리에 도입할 때는 CH_3Cl 과 촉매로 $AlCl_3$ 를 쓴다. 브로민기($-Br$)를 벤젠 고리에 도입할 때는 Br_2 와 $FeBr_3$ 를 촉매로 사용한다.

18. 탄소 양이온 자리옮김 : ③

마르코프니코프 규칙만을 따른다면 주 생성물이  인데, 중간체인 2° 탄소 양이온이

메틸기의 자리옮김에 의해 3° 탄소 양이온으로 안정화할 수 있으므로 생성물이  와 같이 마르코프니코프 규칙에서 벗어난 것을 볼 수 있다.

19. 알카인 합성 : ①

아세틸렌에 소듐 아마이드를 반응시키면 NH_2^- 이온이 아세틸렌에서 양성자를 제거해 아세틸라이드 음이온($CH \equiv C: ^-$)이 생성되고, 이것이 친핵체로 작용해 $CH_3CH_2CH_2Br$ 과 S_N2 반응을 하며 Br^- 이온이 이탈기이다.

20. E, Z 체계 : ③

E, Z 체계에서 이중 결합을 하고 있는 탄소 원자에 결합한 작용기의 우선 순위를 결정해 1순위 작용기가 양쪽 탄소에서 모두 같은 방향이면 Z, 반대 방향이면 E로 결정한다. 작용기의 우선 순위 결정 방법은 R, S 결정할 때 방법과 같다. 원자 번호 크기 순서와, 원자 번호가 같으면 차이가 날 때까지 비교하고, 다중 결합의 경우 다중 결합 수만큼 그 원소가 결합한 걸로 판단한다.

21. 벤젠 고리의 반응성과 치환기 : ③

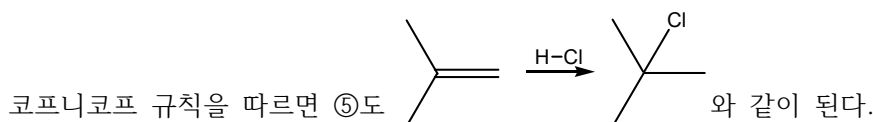
벤젠 고리의 전자 밀도를 떨어뜨릴 수 있는 작용기(전자 끌개)는 반응성을 감소시키고, 전자 주개 작용기는 벤젠 고리의 반응성을 증가시킨다.

22. 뉴먼 투영도 : ②

뉴먼 투영도에서 ①은 앞의 수소 원자와 뒤의 수소 원자, 앞의 수소 원자와 뒤의 메틸기가 가리움 형태를 가지고 있지만, ②에서는 서로 가장 멀리 배치되어 안정하다.

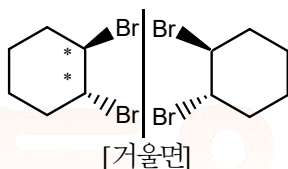
23. 마르코프니코프 규칙 : ⑤

마르코프니코프 규칙은 알켄에 $H-X$ 를 첨가할 때 수소가 많은 쪽에 수소가 첨가되는데, 마르



24. 알켄에 할로젠 분자(X_2) 첨가 : ⑤

고리형 알켄에 X_2 첨가 반응이 syn 첨가인지, anti 첨가인지 확인하기 좋다. 알켄에 X_2 를 첨가하면 할로늄 이온을 형성하면서 트랜스 형으로 배열되며 할로젠이 첨가된 각 탄소가 입체 중심을 형성해 거울상 이성질체를 만들 수 있다.





25. 프로파인에 Br_2 첨가 반응 : ③

삼중 결합을 가지고 있는 프로파인에 충분한 Br_2 를 첨가하면 완전히 포화되는 분자까지 반응이 진행된다.

26. S_N2 와 $E2$: ④

$CH_3C \equiv C^- + CH_3 - Br \rightarrow CH_3C \equiv CCH_3 + Br^-$ 반응은 S_N2 로 친핵체의 공격에 이탈기가 떨어지는 치환 반응이고, 경쟁 반응인 $E2$ 반응은 포화 탄화수소를 불포화 탄화수소(알켄, 알카인)로 만드는 제거 반응이다.

27. Friedel-Crafts 알킬화 : ①

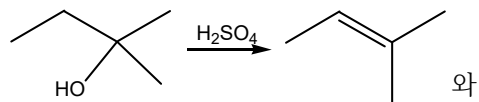
염화 바이닐($CH_2 = CHCl$)이나 할로젠화 아릴()은 너무 에너지가 높아 Friedel-Crafts 반응을 하지 않고, 벤젠 고리에 카보닐() 같이 강하게 전자를 끄는 작용기가 있어도 반응하지 않는다.

28. Grignard 시약의 반응 : ③

그리냐르 시약($R-MgX$)을 구성하는 R를 음이온으로 간주하면 이것이 친핵체로 카보닐 탄소를 공격하고 이어 물(H_2O)을 첨가하면 알코올을 형성한다. 아세톤(CH_3COCH_3)에 그리냐르 시약 CH_3MgBr 이 반응하면 t-Butyl alcohol ($(CH_3)_3COH$)를 생성한다.

29. 알코올의 탈수 반응 : ④

알켄 생성에는 일반적으로 Zaitsev's rule이 성립하므로 같은 반응이 예상된다.



30. 알케인과 할로젠 반응 : ②

메테인(CH_4)에 자외선 존재 하에 염소(Cl_2)를 반응시키면 $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}\cdot$ 와 같이 균일 분해를 통해 라디칼이 생성되고 라디칼 반응이 진행된다.

31. 페놀의 반응 : ②

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 은 산화제로 페놀을 산화시키고, NaBH_4 는 온화한 환원제로 작용한다. (가)는 퀸논, (나)는 하이드로퀴논이다.

32. 끓는점 예측 : ②

$-\text{OH}$ 작용기를 가지고 있으면 수소 결합을 할 수 있고, 분자량이 크고 긴 모양일수록(구형이 아닐수록) 끓는점이 높다.

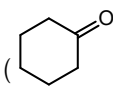
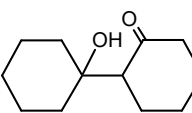
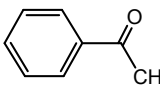
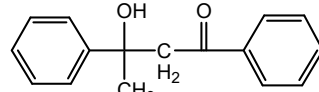
33. 아세톤의 환원 : ④

NaBH_4 는 온화한 환원제이므로 아세톤을 환원시키면 2-Propanol($(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$)을 생성한다.

34. 알돌 축합 : ⑤

알돌 축합은 카보닐 탄소의 α 수소가 약한 산성을 띠므로 강한 염기인 $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ 나 NaOH 로 처리해 생성물을 만든다. $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ 의 알돌 생성물은 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CHO}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$ 의 알돌 생성물

은 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 와 같은 예가 있고, 아세톤의 알돌 생성물은 $\text{CH}_3\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ 이고, 사이클로헥산온

()의 알돌 생성물은  이고, 아세트페논()의 알돌 생성물은  이다.

35. 친핵성 아실 치환과 이탈기 : ④

이탈기는 전이 상태에서 음전하를 안정화시키거나 이탈한 뒤 NH_3 나 H_2O 와 같은 중성 분자를 형성할 수 있으면 효율적이다. 이탈기로서 $-\text{Cl}$ 의 경우 효율적이고 안정하다.

36. α 할로젠 치환과 제거 반응 : ①

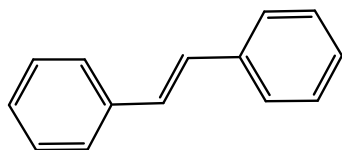
카보닐 탄소의 α 위치에서 수소 이온이 Br 로 치환되고, 염기(Li_2CO_3)에 의해 알켄이 생성된다.

37. 에터 합성(Williamson 법) : ③

NaH는 알코올(ROH)과 반응해 알콕사이드(RO^-)를 만들고, 이 반응의 이탈기는 Br이다. 윌리암슨 법이 $\text{S}_{\text{N}}2$ 반응이므로 E2와 경쟁을 최소화해야 한다. 에터를 구성하는 산소는 sp^3 혼성 오비탈을 가지며, 에터 합성 반응이 2차 알코올과 1차 할로젠화 에틸을 사용해야 하는 것은 아니다.

38. 제거 반응 : ⑤

Zaitsev's rule에 따르면 탄소 간 이중 결합을 중심으로 치환기가 많을수록 안정하며, 치환기가 둘인 cis와 trans의 경우에는 입체 장애 때문에 trans가 더 안정하다. ⑤번 보기의 경우 생성물은 trans 구조가 더 안정하다.



39. Friedel-Crafts 반응의 촉매 : ④

벤젠 고리에 $-\text{R}$ 또는 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 를 도입하는 Friedel-Crafts 반응의 촉매로는 AlCl_3 이 적절하다.

40. 벤젠 고리 치환기의 지향성 : ③

벤젠 고리에서 m- 지향성을 가진 치환기는 전자를 끌어 벤젠 고리의 반응성을 떨어뜨린다. 할로젠 원소는 전기 음성도가 커서 벤젠 고리의 반응성을 떨어뜨리지만 비공유 전자쌍을 벤젠 고리에 제공할 수 있기 때문에 o-, p- 지향성을 가진다.