

제 N 교시

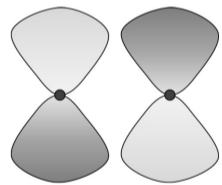
국어 영역

[1~3] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (어휘 문항 생략)

한 원자와 다른 원자는 전자를 각각 1개씩 공유하여 결합을 형성하는 단일 결합이나 전자를 각각 2개씩 공유하여 결합을 형성하는 이중 결합을 통하여 결합을 이룰 수 있다. 이때 탄소 원자끼리의 단일 결합과 탄소 원자끼리의 이중 결합이 번갈아 이루어져 총 짝수 개의 탄소 원자가 하나의 사슬을 이룬 것을 공액계라 한다.

2n개의 탄소 원자로 이루어진 공액계는 총 2n개의 공액 파이 전자를 가지며, 이러한 전자들은 기존처럼 한 원자 또는 두 원자 사이에 귀속되지 않고, 2n개의 탄소 원자에 고루 귀속된다. 이러한 공액계에는 2n개의 에너지 준위가 서로 다른 오비탈*이 존재하며, 이 중 에너지 준위가 가장 낮은 오비탈부터 한 오비탈에 각각 2개씩 전자가 채워진다. 즉, 오비탈을 에너지 준위가 작은 것부터 큰 순서대로 나열했을 때 1번째부터 n번째 오비탈에 각각 2개씩의 전자가 채워지는 것이다. 이때 전자가 채워진 오비탈 중 에너지 준위가 가장 높은 오비탈을 최고 점유 분자 궤도(HOMO), 전자가 채워지지 않은 오비탈 중 에너지가 가장 낮은 오비탈을 최저 비점유 분자 궤도(LUMO)라 한다.

2n개의 탄소 원자로 이루어진 공액계에 열 또는 빛 형태의 에너지가 가해질 때 이 사슬은 고리 형태의 다른 분자로 전환될 수 있다. 이와 같은 반응을 전자 고리화 반응이라 한다. 전자 고리화 반응에서는 사슬에서 양 극단에 있는 탄소 간에 반응이 일어나므로 HOMO의 양 극단의 모양에 따라 반응에서 생성되는 물질의 모양이 달라진다.



탄소 원자의 개수가 4의 배수일 때 에너지가 가해지지 않은 사슬의 HOMO의 양 극단은 <그림>과 같이 서로 반대 방향으로 정렬되어 있고, LUMO의 양 극단은 서로 같은 방향으로 정렬되어 있다. 사슬의 탄소 원자의 개수가 4의 배수가 아닐 때는 이와 달리 HOMO의 양 극단은 서로 같은 방향으로, LUMO의 양 극단은 서로 반대 방향으로 정렬되어 있다. 이때 HOMO의 두 극단 간에 반응이 진행되기 위해서는 각 극단에 있는 같은 색의 오비탈 부위끼리 만나야 하므로 탄소 원자의 개수가 4의 배수일 때 열과 같은 에너지를 가하는 일반적인 상황에서 HOMO의 두 극단은 같은 방향으로 회전하는 공회전을 수행해야 반응이 일어날 수 있다.

한편, 반응물에 자외선이 가해지는 특수한 상황에서는 HOMO에 존재하는 전자 하나가 LUMO로 도약하는 전이가 일어난다. 즉, 에너지 준위가 (n+1)번째로 작은 오비탈이 새로운 HOMO가 되는 것이다. 즉, 사슬 내 탄소 원자의 개수가 4의 배수이고 자외선이 가해지는 경우 HOMO의 두 극단은 서로 반대 방향으로 회전하는 이회전을 수행해야 반응이 일어날 수 있다.

* 오비탈: 전자가 가질 수 있는 에너지의 준위. 전자의 오비탈이 서로 다르면 전자의 에너지도 서로 다르다.

1. 윗글의 내용과 일치하는 것은?

- ① 단일 결합만으로 형성되는 공액계가 존재한다.
- ② 공액 파이 전자는 두 원자 사이에 귀속되는 전자이다.
- ③ 6개의 탄소 원자가 사슬에 참여하는 공액계에는 HOMO가 총 3개 존재한다.
- ④ 8개의 탄소 원자가 사슬에 참여하는 공액계의 전자는 에너지가 가해지지 않았을 때 총 8개의 에너지 준위를 점유한다.
- ⑤ 공회전과 이회전이 일어날 때 모두 같은 색의 오비탈 부위끼리 만나게 된다.

2. 전자 고리화 반응에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① 탄소 원자 1개로 이루어진 분자에서는 일어날 수 없다.
- ② 6개의 탄소 원자가 사슬에 참여하는 공액계에서는 에너지 준위가 3번째로 작은 오비탈이 반응의 주된 참여자다.
- ③ <그림>에서 왼쪽 극단이 시계 방향으로 회전한다면 오른쪽 극단은 반시계 방향으로 회전해야 반응이 진행된다.
- ④ 10개의 탄소 원자가 사슬에 참여하는 공액계에서 LUMO의 양 극단은 서로 반대 방향으로 정렬되어 있다.
- ⑤ 어떤 공액계를 갖는 분자에 열을 가하여 반응을 진행시킬 때 일어나는 회전이 공회전이라면, 자외선을 가하여 반응을 진행시킬 때 이회전이 일어난다.

3. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절한 것은? [3점]

<보 기>

전자 고리화 반응은 가역적이다. 즉, 특정 고리형 분자에 에너지를 가하면 고리형 분자의 고리가 해체되어 사슬형의 분자가 생성될 수 있으며, 반응 조건 및 회전 방향은 사슬형 분자가 고리형 분자가 되는 조건과 동일하다. 이때 비타민 D₂ 분자는 오른쪽 그림과 같이 6개의 탄소로 이루어진 공액계를 가지며, 다양한 식품에 있는 에르고스테롤 분자의 고리가 햇빛의 자외선에 의하여 해체되어 생성된다.

- ① 비타민 D₂에는 12개의 공액 파이 전자가 존재한다.
- ② 비타민 D₂에 열을 가하여 에르고스테롤 분자를 만들 수 없다.
- ③ 비타민 D₂에 자외선을 가하면 에너지 준위가 4번째로 작은 오비탈이 전자의 도약에 따라 새로운 LUMO가 될 것이다.
- ④ 에르고스테롤 분자에 자외선이 가해질 때 분자 양 극단의 HOMO는 공회전을 수행한다.
- ⑤ 에르고스테롤 분자에 화학 반응을 수행하여 탄소 사슬의 길이를 탄소 원자 10개로 늘리면 자외선을 가하여 동일한 반응을 수행하기 위하여 HOMO는 이회전을 수행해야 한다.