

분자 구조와 분자의 성질



2024
화학I

전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

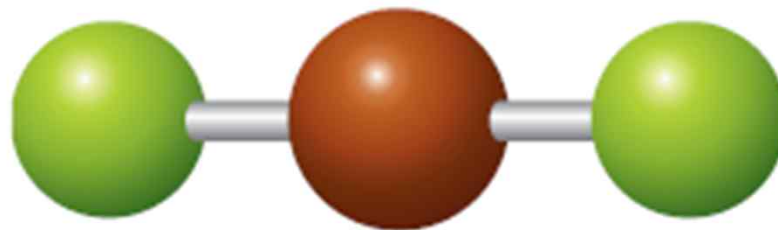
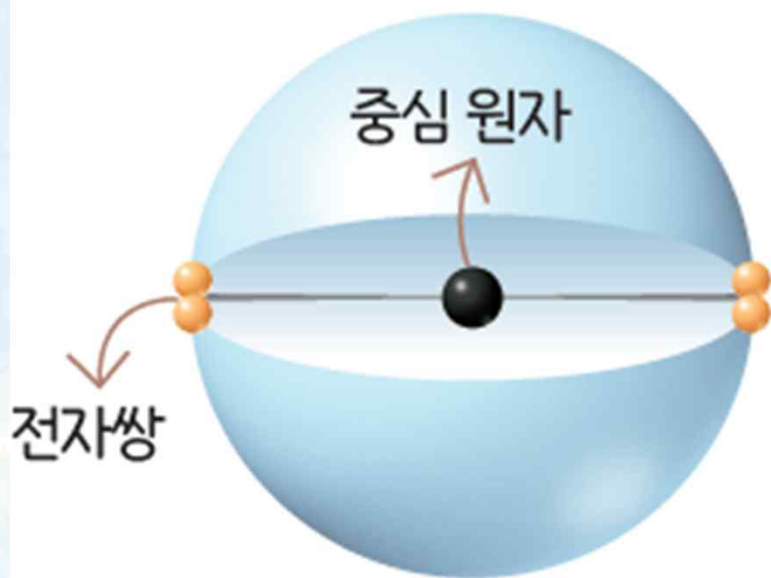


- 루이스 구조식을 그림
- 분자의 기본 구조 파악
 - 중심원자와 결합한 원자수(공유전자쌍 수 아님)+중심원자의 비공유 전자쌍 수 파악
 - 위에서 구한 값 및 비공유전자쌍의 수로 기본 구조 구하기
 - 구조를 말할 때에는 비공유전자쌍은 뺀 구조로 말함
- 분자의 구조 및 결합각 파악

2024
화학I

전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

- (중심원자와 결합한 원자 수 + 중심원자의 비공유전자쌍) = 2 인 경우
 - 전자쌍 2개가 가장 멀리 떨어지려면 서로 정 반대편에 위치해야 함
 - 중심원자의 결합원자수 2, 중심원자의 비공유전자쌍 0인 경우



2024
화학I

전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

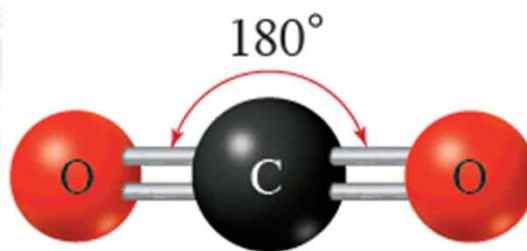
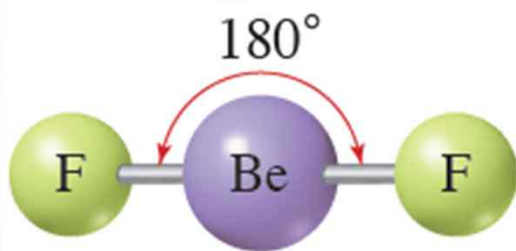
- (중심원자와 결합한 원자 수 + 중심원자의 비공유전자쌍) = 2 인 경우
 - 전자쌍 2개가 가장 멀리 떨어지려면 서로 정 반대편에 위치해야 함



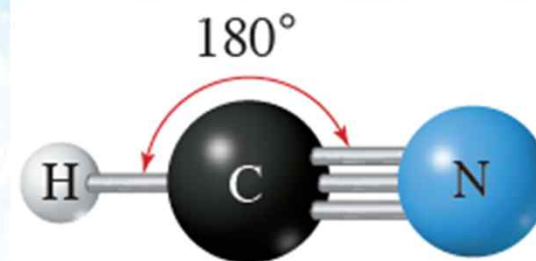
옥텟 규칙 예외



다중결합도
결합 1개로 간주

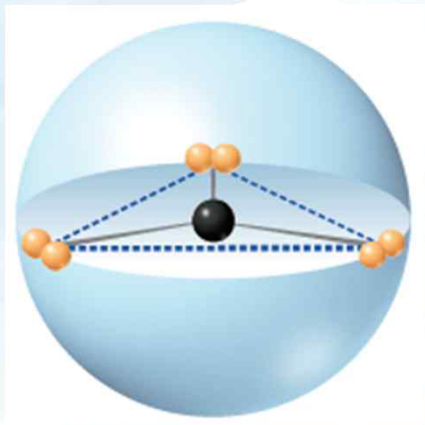


직선형
결합각: 180°

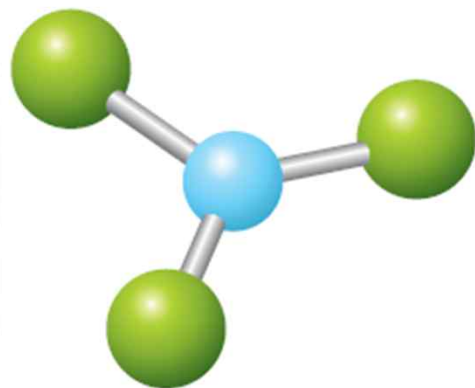


전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

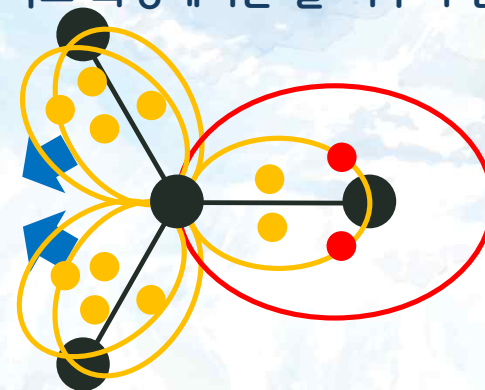
- (중심원자와 결합한 원자 수 + 중심원자의 비공유전자쌍) = 3 인 경우
 - 전자쌍 3개가 가장 멀리 떨어지려면 삼각형 형태로 배치됨
 - 중심원자의 결합원자 3, 중심원자의 비공유전자쌍 0 인 경우: 결합 3개가 삼각형 형태로 배치됨
 - 중심원자의 결합원자 2, 중심원자의 비공유전자쌍 1 인 경우



결합원자 3
비공유전자쌍 0



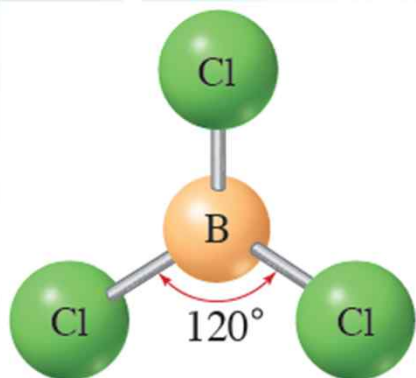
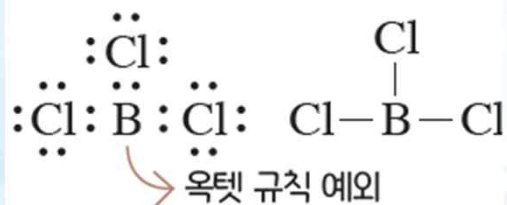
결합원자 2
비공유전자쌍 1
(고등학교 과정에서는 잘 다루지 않음)



공유전자쌍이 비공유전자쌍으로 바뀌면
결합각은 작아진다

전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

- (중심원자와 결합한 원자 수 + 중심원자의 비공유전자쌍) = 3 인 경우
 - 전자쌍 3개가 가장 멀리 떨어지려면 삼각형 형태로 배치됨
 - 중심원자의 결합원자 3, 중심원자의 비공유전자쌍 0 인 경우: 결합 3개가 삼각형 형태로 배치됨



평면삼각형
결합각: 120°

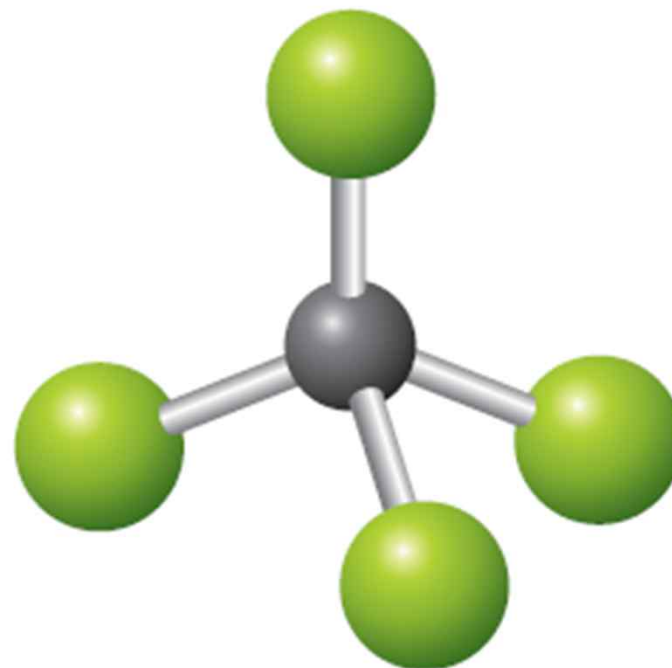
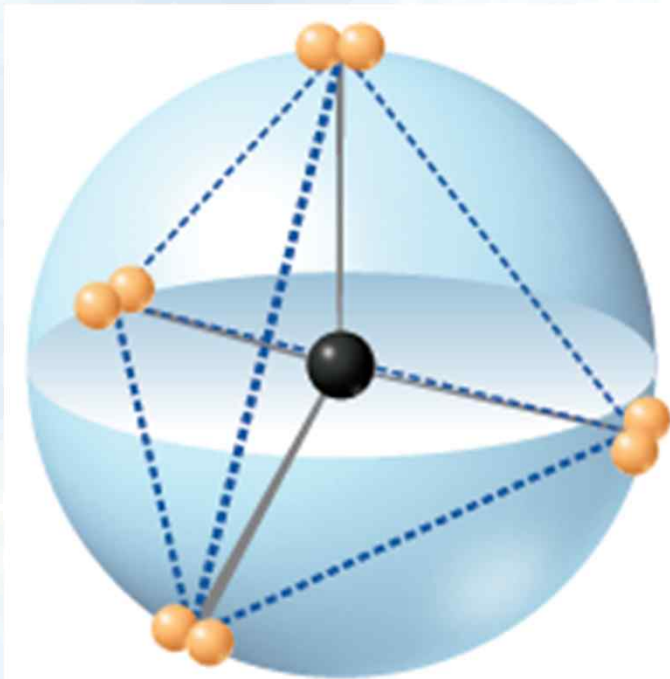


평면삼각형
H-C-H 결합각:
 120° 보다 작다

2024
화학I

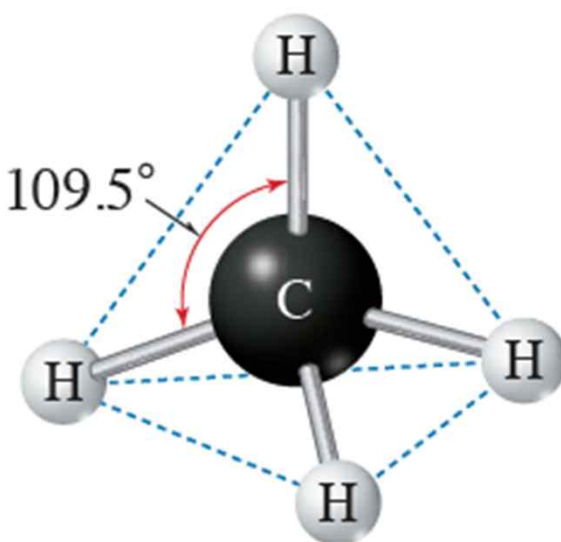
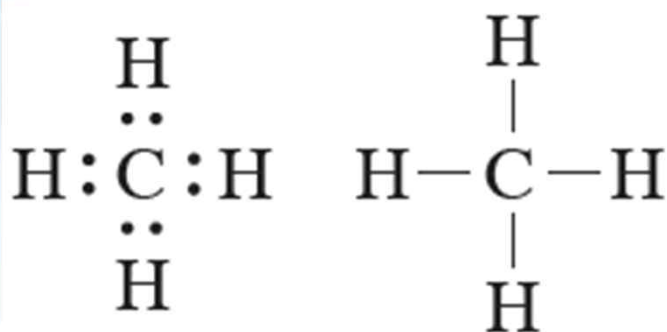
전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

- (중심원자와 결합한 원자 수 + 중심원자의 비공유전자쌍) = 4 인 경우
 - 전자쌍 4개가 가장 멀리 떨어지려면 사면체 형태로 배치됨



전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

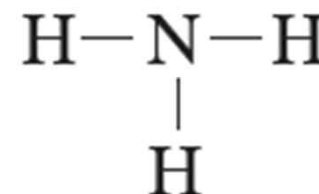
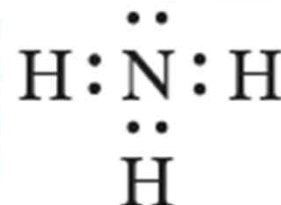
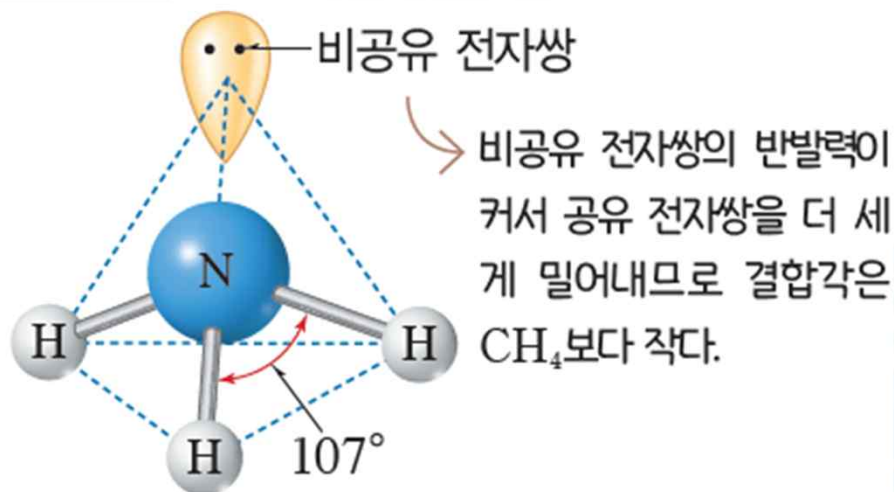
- (중심원자와 결합한 원자 수 + 중심원자의 비공유전자쌍) = 4 인 경우
 - 전자쌍 4개가 가장 멀리 떨어지려면 사면체 형태로 배치됨
 - 중심원자의 결합원자 수 4개, 중심원자의 비공유전자쌍 0개인 경우



정사면체형
결합각: 109.5°

전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

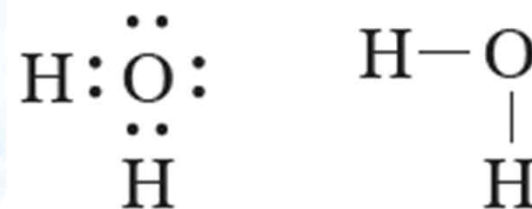
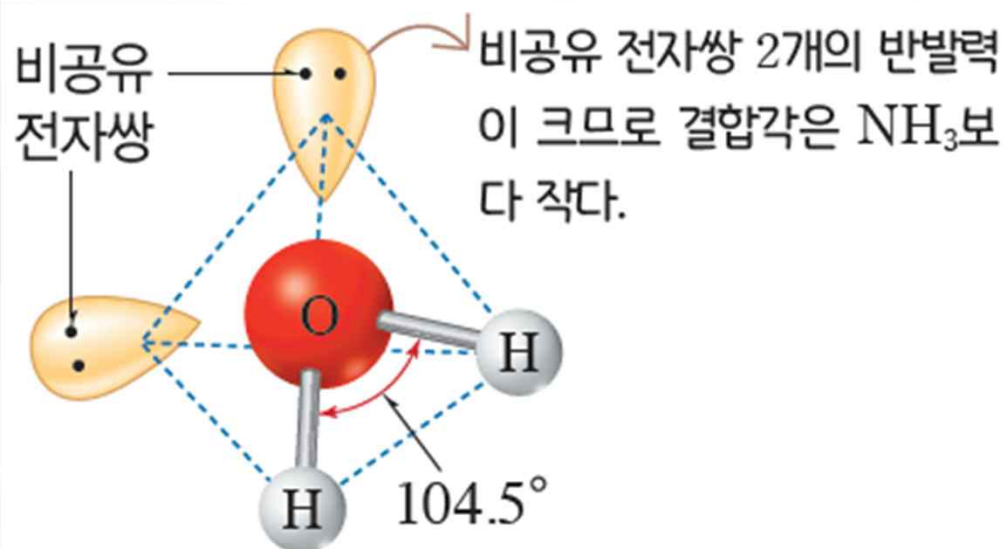
- (중심원자와 결합한 원자 수 + 중심원자의 비공유전자쌍) = 4 인 경우
 - 전자쌍 4개가 가장 멀리 떨어지려면 사면체 형태로 배치됨
 - 중심원자의 결합원자 수 3개, 중심원자의 비공유전자쌍 1개인 경우



삼각뿔형
결합각: 109.5° 보다 작음
 NH_3 는 약 107°

전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

- (중심원자와 결합한 원자 수 + 중심원자의 비공유전자쌍) = 4 인 경우
 - 전자쌍 4개가 가장 멀리 떨어지려면 사면체 형태로 배치됨
 - 중심원자의 결합원자 수 2개, 중심원자의 비공유전자쌍 2개인 경우



굽은형
결합각: 109.5° 보다 작음
 H_2O 는 약 104.5°

2024
화학I

전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조



- 전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 구하기
 - 루이스 구조식에서 구한 결합의 수와 비공유전자쌍 수로 판단
 - 분자의 중심 원자에 결합된 원자의 수를 구한다
 - 중심 원자 주변의 공유전자쌍 수가 아닌 결합된 원자의 수임에 주의
 - A와 B가 이중결합으로 연결되어있다면 공유전자쌍은 2개이지만 결합된 원자는 1개
 - 분자의 중심 원자 주변에 위치한 비공유 전자쌍 수를 구한다
 - 주변 원자의 비공유전자쌍은 셀 필요 없음
 - (중심원자에 결합된 원자의 수 + 비공유전자쌍 수)로 기본 구조, 각각의 수로 세부구조 결정
 - 분자의 구조는 비공유전자쌍은 빼고 생각
 - 비공유전자쌍은 한 원자에만 소속되어 있으므로 자유도가 큼
 - 비공유전자쌍은 공유전자쌍도바 부피가 큼
 - 비공유전자쌍에 의한 전자쌍의 밀림으로 결합각 판단

2024
화학I

전자쌍 반발 이론에 의한 분자 구조 파악

결합원자수 + 비공전자쌍수	2	3	4	4	4
중심원자와 결합한 원자 수	2	3	4	3	2
중심원자의 비공유전자쌍 수	0	0	0	1	2
구조					
	직선형	평면삼각형	정사면체형	삼각뿔형	굽은형
결합각	180°	120°	109.5°	109.5°보다작음 NH3 107°	109.5°보다작음 H2O 104.5°

분자의 극성과 성질



전기 음성도 차이와 결합의 극성

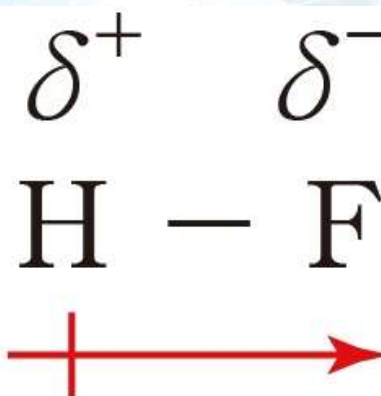
결합하는 원자	H - H	C - H	O - H	F - O
전기음성도	H : 2.1	C : 2.5, H : 2.1	O : 3.5, H : 2.1	O : 3.5, F : 4.0
전기음성도 차이	0	0.4	1.4	0.5
결합의 극성	무극성 결합	극성 결합	극성 결합	극성 결합
전기음성도가 큰 원자	같음	C	O	F
전기음성도가 작은 원자	같음	H	H	O
부분적 음전하를 띠는 원자	없음	C	O	F
부분적 양전하를 띠는 원자	없음	H	H	O

- 전기음성도가 같으면 무극성 결합, 다르면 극성 결합
- 전기음성도가 큰 쪽이 부분적 음전하, 작은 쪽이 부분적 양전하
- 전기음성도는 상대적임

쌍극자 모멘트

- 극성의 정도를 나타내는 값
 - 무극성 공유 결합에서는 쌍극자 모멘트가 0
 - 극성 공유 결합에서는 쌍극자 모멘트가 0이 아님
- 전하의 전하량 x 두 원자 사이의 거리(결합거리) 로 나타냄
- 결합의 극성이 크면(전기음성도 차이가 크면) 쌍극자 모멘트가 큼
- 전기음성도 차이가 크다 = 부분전하가 크다
= 쌍극자모멘트가 크다 = 결합의 극성이 크다
- 양전하를 띠는 원자(전기음성도가 작은 원자)에서 음전하를 띠는 원자(전기음성도가 큰 원자) 쪽으로 화살표를 그려주어 표현함(전자가 끌려가는 방향)

$$\mu = q \times r$$



2024
화학I

분자의 극성

■ 결합의 극성

■ 무극성 결합

- 전기 음성도가 같은 원자끼리의 결합
- 쌍극자 모멘트가 0

■ 극성 결합

- 전기 음성도가 다른 원자끼리의 결합
- 쌍극자 모멘트가 0이 아님

■ 분자의 극성

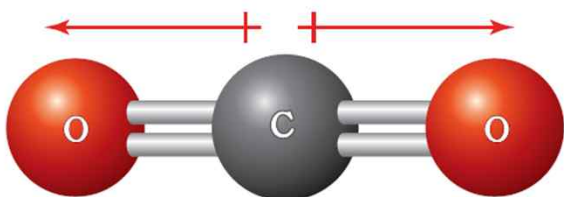
- 결합의 쌍극자 모멘트를 그리고 전체 쌍극자 모멘트의 합으로 분자의 극성을 결정
- 무극성 분자: 쌍극자 모멘트의 합이 0인 분자
- 극성 분자: 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아닌 분자

무극성 분자

■ 쌍극자 모멘트의 합이 0인 분자

- 이원자 분자(원자 2개로 이루어진 분자)의 경우 무극성 결합이면 무극성 분자
- 원자 3개 이상으로 이루어진 분자의 경우 쌍극자 모멘트의 합이 0이면 무극성 분자
- 극성 결합이 있어도 무극성 분자 존재 가능

CO₂



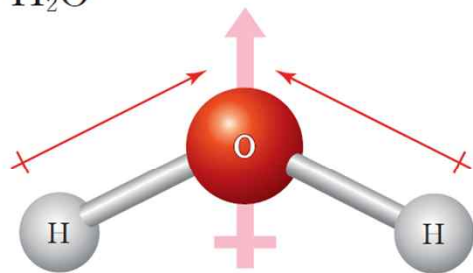
무극성 분자
(쌍극자 모멘트의 합 = 0)

- CO₂의 분자 구조는 결합각이 180°인 직선형이다.
- C 원자와 O 원자는 전기 음성도의 차이가 있으므로 C=O 결합은 극성 공유 결합이다.
- 분자 구조에 C=O 결합의 쌍극자 모멘트를 표시하고 모두 합하면 상쇄되어 쌍극자 모멘트의 합 = 0이다. 따라서 CO₂는 무극성 분자이다.

극성 분자

- 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아닌 분자
 - 이원자 분자의 경우 극성 결합이면 극성 분자
 - 원자 3개 이상으로 이루어진 분자의 경우 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아니면 극성 분자
 - 아래 경우에는 일반적으로 극성 분자인 경우가 많음
 - 중심 원자에 결합한 원자가 한종류가 아닌 경우
 - 중심 원자에 비공유 전자쌍이 존재하는 경우

H₂O



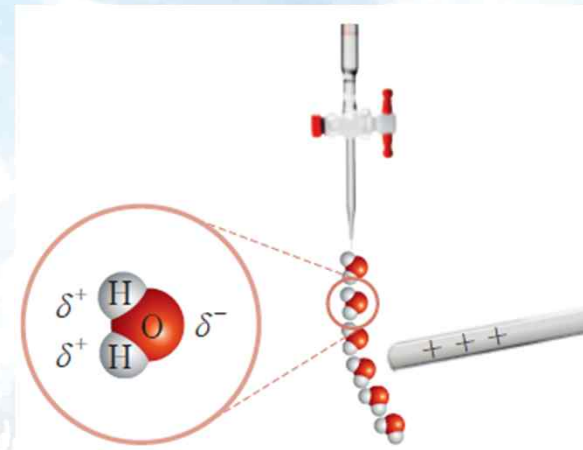
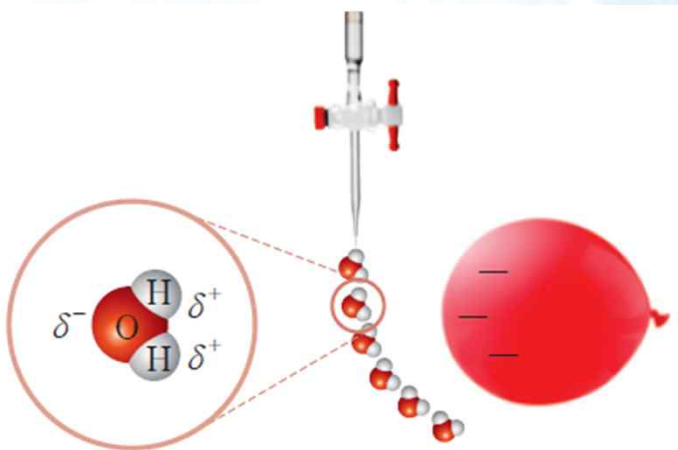
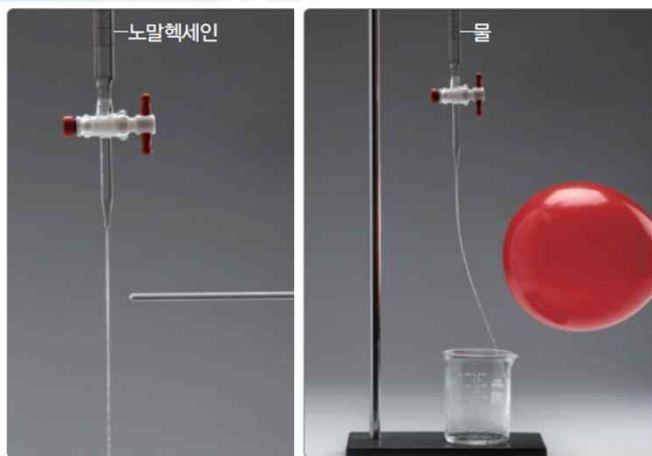
극성 분자
(쌍극자 모멘트의 합 $\neq 0$)

- H₂O의 분자 구조는 결합각이 104.5°인 굽은 형이다.
- H 원자와 O 원자는 전기 음성도의 차이가 있으므로 H—O 결합은 극성 공유 결합이다.
- 분자 구조에 H—O 결합의 쌍극자 모멘트를 표시하고 모두 합하면 상쇄되지 않아 쌍극자 모멘트의 합 $\neq 0$ (분홍색 화살표로 표시)이다. 따라서 H₂O은 극성 분자이다.
- O 원자 쪽이 부분적인 음전하 (δ^-)를, H 원자 쪽이 부분적인 양전하 (δ^+)를 띤다.

2024
화학I

극성에 따른 분자의 성질

- 액체 줄기에 극성을 가진 물질을 가까이 댈 때
 - 무극성 분자 액체 줄기: 변화 없음
 - 극성 분자 액체 줄기: 끌려감
 - 물질의 극성(+, -)에 관계 없이 극성을 가진 물질을 가져가면 끌려감



극성에 따른 분자의 성질

- 전기장 속에서의 배열
 - 무극성 분자: 무질서하게 배열
 - 극성 분자: 분자 배열 방향이 일정함



극성에 따른 물질의 성질

■ 용해도

- 무극성 분자: 무극성 분자와 잘 섞임 극성 분자와 잘 섞이지 않음
- 극성 분자: 무극성 분자와 잘 섞이지 않음 극성 분자와 잘 섞임

■ 녹는점과 끓는점

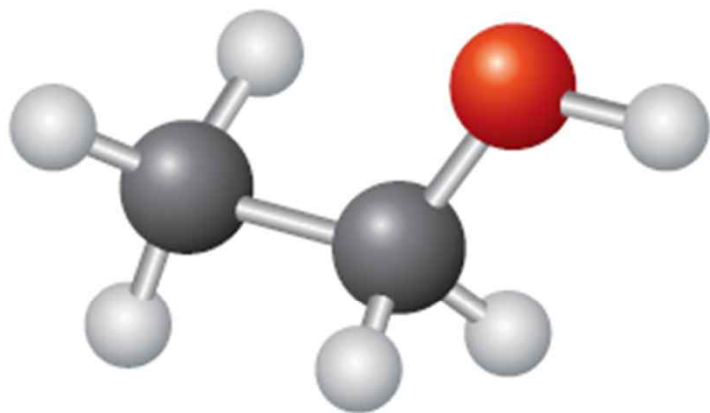
- 무극성 분자: 쌍극자모멘트 0 분자사이 힘 약함 녹는점 끓는점 낮음
- 극성 분자: 쌍극자모멘트 존재 쌍극자 힘 존재 녹는점 끓는점 높음



물질	분자량	녹는점(°C)	끓는점(°C)
CH ₄	16	-183	-161
NH ₃	17	-78	-33
O ₂	32	-219	-183
H ₂ S	34	-86	-61

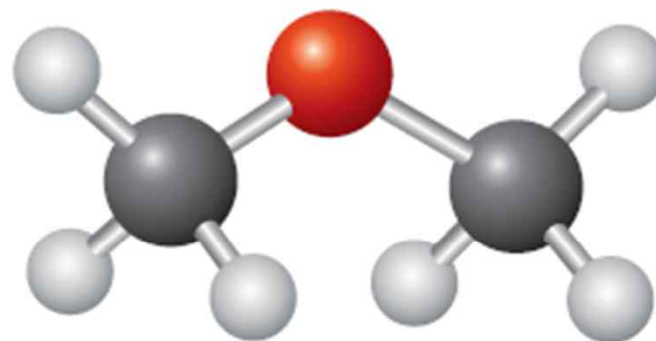
극성에 따른 물질의 성질

- 같은 수의 원자로 이루어진 물질이라도 구조, 극성에 따라 성질이 다름



에탄올

녹는점 -114°C , 끓는점 78°C



다이메틸 에테르

녹는점 -142°C , 끓는점 -25°C



수고하셨습니다