



분자의 구조와 성질

차례

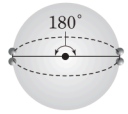
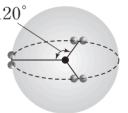
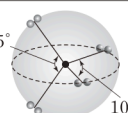
Part 1 · 개념 정리	1
분자의 구조	1
분자의 성질	8
Part 2 · 기본문제	13
Part 3 · 심화문제	16
Part 4 · 정답과 해설	22
개념 체크 정답	22
기본문제 해설	23
심화문제 해설	25

Part 1 · 개념 정리

1 분자의 구조

(1) 전자쌍 반발 이론

- ① 분자 또는 이온에서 중심 원자 주위의 전자쌍들은 모두 음전하를 띠고 있어 서로 반발하여 가능한 멀리 떨어져 있으려고 한다.
- ② 중심 원자 주위에 있는 전자쌍 수에 따라 전자쌍의 배열이 달라진다.

전자쌍 수	전자쌍의 배열	
2		2개의 전자쌍이 중심 원자를 기준으로 직선형으로 배열될 때 전자쌍 사이의 반발력이 최소가 된다.
3		3개의 전자쌍이 중심 원자를 기준으로 평면 삼각형으로 배열될 때 전자쌍 사이의 반발력이 최소가 된다.
4		4개의 전자쌍이 중심 원자를 기준으로 정사면체형으로 배열될 때 전자쌍 사이의 반발력이 최소가 된다.

- ③ **전자쌍 사이의 반발력 크기:** 중심 원자의 공유 전자쌍은 2개의 원자가 공유하고 있으나, 비공유 전자쌍은 중심 원자에만 속해 있어 중심 원자 주위에서 공유 전자쌍보다 더 큰 공간을 차지한다. 따라서 **비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크다.**

비공유 전자쌍 사이의 반발력	>	공유 전자쌍-비공유 전자쌍 사이의 반발력	>	공유 전자쌍 사이의 반발력
--------------------	---	---------------------------	---	-------------------

핵심 정리 전자쌍 반발 이론: 중심 원자 주위의 전자쌍들이 서로 반발하여 가능한 멀리 떨어져 있으려고 하는 것이다.

개념 체크 A 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 중심 원자 주위의 전자쌍들이 모두 음전하를 띠고 있으므로 서로 반발하여 가능한 멀리 떨어져 있으려고 하는 것을 _____ 이론이라고 한다.
2. 중심 원자 주위에 있는 전자쌍의 수에 따라 전자쌍의 배열이 달라지며, 이에 의해 분자의 _____ 이/가 결정된다.
3. 중심 원자 주위에 있는 전자쌍 수가 2일 때, 2개의 전자쌍이 _____ 으로 배열되면 전자쌍 사이의 반발력이 최소가 된다.

탐구자료 살펴보기
전자쌍의 수에 따른 전자쌍의 배열

실험 과정 (가) 고무풍선 2개를 같은 크기로 불어 매듭을 지은 후 각 매듭을 함께 묶는다.
 (나) 고무풍선 3개와 4개를 각각 같은 크기로 불어 매듭을 지은 후 각 매듭을 함께 묶는다.

실험 결과

고무풍선의 수	2개	3개	4개
고무풍선을 묶은 모습			
모양	직선형	평면 삼각형	정사면체형

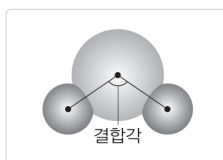
분석 point

1. 각 고무풍선의 매듭을 묶어 고무풍선들이 가장 멀리 떨어지도록 배치해 보면, 고무풍선 2개를 묶었을 때는 직선형, 3개를 묶었을 때는 평면 삼각형, 4개를 묶었을 때는 정사면체형의 구조를 나타낸다.
2. 고무풍선의 배열은 분자를 이루는 전자쌍의 배열에 적용할 수 있다. 매듭은 중심 원자로, 고무풍선은 중심 원자 주위의 전자쌍에 비유할 수 있다. 분자에서 중심 원자 주위의 전자쌍들은 모두 음전하를 띠고 있으므로 서로 반발하여 가장 멀리 떨어져 있으려고 한다.
3. 전자쌍 수가 2일 경우에는 2개의 전자쌍이 중심 원자를 중심으로 180°의 각을 이루면서 직선형으로 배열된다. 전자쌍 수가 3일 경우에는 3개의 전자쌍이 중심 원자를 중심으로 120°의 각을 이루며 평면 삼각형으로 배열되고, 전자쌍 수가 4일 경우에는 4개의 전자쌍이 중심 원자를 중심으로 109.5°의 각을 이루며 정사면체형으로 배열된다.

탐구자료 살펴보기 — 전자쌍의 수에 따른 전자쌍의 배열

(2) 결합각

분자나 이온에서 중심 원자의 원자핵과 중심 원자와 결합한 두 원자의 원자핵을 선으로 연결하였을 때 생기는 내각을 **결합각**이라고 한다.



핵심 정리 중심 원자의 비공유 전자쌍은 중심 원자에만 속해 있어 중심 원자 주위에서 더 큰 공간을 차지하므로 공유 전자쌍보다 전자쌍 사이의 반발력이 크다. 결합각은 중심 원자의 원자핵과 중심 원자와 결합한 두 원자의 원자핵을 선으로 연결하였을 때 생기는 내각이다.

(3) 분자의 구조

① 이원자 분자의 경우: 2개의 원자가 결합하고 있으므로 두 원자핵이 동일한 직선 상에 존재한다.

분자식	H ₂	HF	O ₂	N ₂
루이스 전자점식	H:H	H:⋮F:	⋮O::O⋮	:N::N:
분자 모형				

② 중심 원자가 공유 전자쌍만 가지는 경우: 중심 원자에 결합된 원자의 수에 따라 분자의 모양이 달라진다.

• 중심 원자에 2개의 원자가 결합된 경우: **직선형**

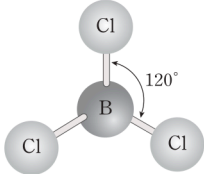
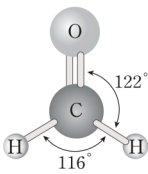
분자식	BeF ₂	CO ₂	HCN
루이스 전자점식	:F:Be:F:	⋮O::C::O⋮	H:C::N:
분자 모형			
분자 모양	직선형	직선형	직선형

• 중심 원자에 3개의 원자가 결합된 경우: **평면 삼각형**

분자식	BCl ₃	CH ₂ O
루이스 전자점식	$ \begin{array}{c} :\ddot{\text{Cl}}: \\ :\ddot{\text{Cl}}:\text{B}:\ddot{\text{Cl}}: \end{array} $	$ \begin{array}{c} :\text{O}: \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \end{array} $
분자 모형		
분자 모양	평면 삼각형	평면 삼각형

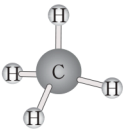
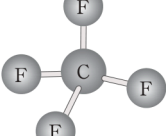
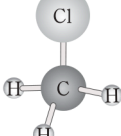
개념 체크 B 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

- 비공유 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크다. ()
- 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고, 중심 원자에 결합된 원자 수가 3인 분자의 모양은 _____ 이다.
- 결합각은 BCl₃가 BeF₂보다 크다. ()
- CH₂O의 중심 원자에는 3개의 전자쌍이 있다. ()

과학 돋보기 삼염화 붕소(BCl_3)와 폼알데하이드(CH_2O)의 분자 모양과 결합각	
BCl_3	CH_2O
	
BCl_3에서 B 원자에 비공유 전자쌍이 없고, B-Cl의 결합은 모두 동등하므로 전자쌍 사이의 반발 정도가 같다. 따라서 전자쌍은 평면 삼각형으로 배열하고, 결합각은 120°가 된다.	CH_2O에서 C 원자에 비공유 전자쌍이 없고, 결합된 원자가 3개인데 C=O 2중 결합은 C-H 단일 결합보다 공유 전자쌍 수가 많다. 따라서 C=O 결합과 C-H 결합 사이의 반발력은 C-H 결합과 C-H 결합 사이의 반발력과 같지 않다.

과학 돋보기 — 삼염화 붕소(BCl_3)와 폼알데하이드(CH_2O)의 분자 모양과 결합각

• 중심 원자에 4개의 원자가 결합된 경우: **정사면체형** 또는 **사면체형**

	결합한 원자가 모두 같은 경우		결합한 원자가 다른 경우
분자식	CH_4	CF_4	CH_3Cl
루이스 전자점식			
분자 모형			
분자 모양	정사면체형	정사면체형	사면체형

• CH_4 , CF_4 등과 같이 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 중심 원자와 결합한 4개의 원자가 모두 같은 경우 분자의 모양은 정사면체형이다.

• CH_3Cl 과 같이 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 중심 원자와 결합한 4개의 원자들이 서로 다른 경우에는 결합한 원자의 크기와 전기 음성도가 달라 결합각이 달라져 분자의 모양은 사면체형이 된다.

핵심 정리 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 경우 — 직선형: 중심 원자에 2개의 원자가 결합된 경우 / 평면 삼각형: 중심 원자에 3개의 원자가 결합된 경우 / (정)사면체형: 중심 원자에 4개의 원자가 결합된 경우

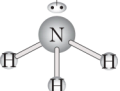
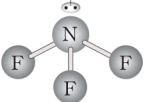
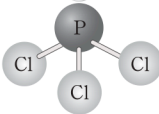
개념 체크 C 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

- 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고, 중심 원자와 결합한 4개의 원자가 모두 같은 분자의 모양은 _____ 이다.
- HCN , BF_3 , CH_4 을 결합각이 큰 순서대로 나열하시오.
- CCl_4 에서 결합각은 109.5° 이다. ()
- CO_2 와 BCl_3 의 중심 원자에는 모두 비공유 전자쌍이 없다. ()

③ **중심 원자가 비공유 전자쌍을 가지는 경우:** 중심 원자에 결합된 원자 수와 중심 원자의 비공유 전자쌍 수에 따라 분자의 모양이 달라진다.

• 중심 원자가 3개의 원자와 결합하고, 중심 원자의 비공유 전자쌍 수가 1일 경우: **삼각뿔형**

→ 4개의 전자쌍은 중심 원자 주위에 사면체 형태로 배열된다. 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크므로 결합각은 정사면체일 때보다 작아지고, 분자 모양은 삼각뿔형이 된다.

분자식	NH ₃	NF ₃	PCl ₃
루이스 전자점식	$\begin{array}{c} \text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \ddot{\text{F}} : \ddot{\text{N}} : \ddot{\text{F}} \\ \\ \ddot{\text{F}} \end{array}$	$\begin{array}{c} \ddot{\text{Cl}} : \ddot{\text{P}} : \ddot{\text{Cl}} \\ \\ \ddot{\text{Cl}} \end{array}$
분자 모형			
분자 모양	삼각뿔형	삼각뿔형	삼각뿔형

• 중심 원자가 2개의 원자와 결합하고, 중심 원자의 비공유 전자쌍 수가 2일 경우: **굽은 형**

→ 4개의 전자쌍은 중심 원자 주위에 사면체 형태로 배열된다. 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 크므로 결합각은 더욱 작아지고, 분자 모양은 굽은 형이 된다.

분자식	H ₂ O	OF ₂	H ₂ S
루이스 전자점식	$\text{H} : \ddot{\text{O}} : \text{H}$	$\ddot{\text{F}} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{F}}$	$\text{H} : \ddot{\text{S}} : \text{H}$
분자 모형			
분자 모양	굽은 형	굽은 형	굽은 형

핵심 정리 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 경우 — 삼각뿔형: 중심 원자에 결합된 원자가 3개이고, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개 있는 경우 / 굽은 형: 중심 원자에 결합된 원자가 2개이고, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개 있는 경우

개념 체크 D 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개, 결합된 원자가 3개인 분자의 모양은 _____ 이다.
2. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개, 결합된 원자가 2개인 분자의 모양은 _____ 이다.
3. NH₃의 분자 모양은 평면 삼각형이다. ()
4. H₂O의 분자 모양은 굽은 형이다. ()
5. BCl₃와 NCl₃의 분자 모양은 같다. ()

과학 돋보기

H_3O^+ 과 NH_4^+ 의 모양

H_3O^+ 과 NH_4^+ 의 루이스 전자점식, 공유 전자쌍 수, 비공유 전자쌍 수, 모양은 다음과 같다.

이온	H_3O^+	NH_4^+
루이스 전자점식	$\left[\text{H} : \ddot{\text{O}} : \text{H} \right]^+$ $\quad \quad \quad \text{H}$	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H} \\ \text{H} \end{array} \right]^+$
공유 전자쌍 수	3	4
비공유 전자쌍 수	1	0
모양	삼각뿔형	정사면체형

과학 돋보기 — H_3O^+ 과 NH_4^+ 의 모양

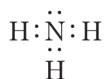
(4) 분자 모양의 예측

- ① 분자의 루이스 전자점식을 그린다.
- ② 중심 원자에 결합된 원자 수와 비공유 전자쌍 수를 세어 본다.
- ③ 전자쌍 반발 이론을 이용하여 중심 원자의 전자쌍 배열을 결정한다.
- ④ 원자의 위치와 결합각을 고려하여 분자 모양을 예측한다.

중심 원자에 결합된 원자 수	중심 원자의 비공유 전자쌍 수	분자 모양
2	0	직선형
3	0	평면 삼각형
4	0	정사면체형 또는 사면체형
3	1	삼각뿔형
2	2	굽은 형

예 암모니아(NH_3)의 분자 모양 예측

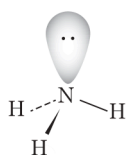
① 루이스 전자점식 그리기



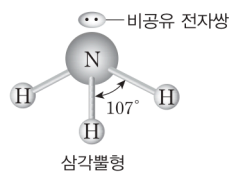
② 중심 원자에 결합된 원자 수와 비공유 전자쌍 수 세기

결합된 원자 수 : 3
비공유 전자쌍 수 : 1

③ 전자쌍 배열 결정



④ 분자 모양 예측

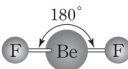
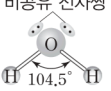
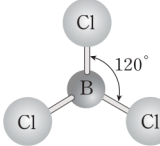


핵심 정리 중심 원자에 결합된 원자 수와 중심 원자의 비공유 전자쌍 수를 고려하여 분자 모양을 예측한다.

과학 돋보기

비공유 전자쌍 수와 분자 모양

• 중심 원자에 결합된 원자 수가 같아도 중심 원자에 존재하는 비공유 전자쌍 수에 따라 분자의 모양이 달라진다.

	중심 원자에 2개의 원자가 결합된 경우		중심 원자에 3개의 원자가 결합된 경우	
중심 원자의 비공유 전자쌍 수	0	2	0	1
분자 모형				
분자 모양	직선형	굽은 형	평면 삼각형	삼각뿔형

• 2주기 원소의 수소 화합물에서 중심 원자에 4개의 전자쌍이 있는 경우, 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크므로 비공유 전자쌍 수가 많을수록 결합각은 작다.

분자	CH ₄	NH ₃	H ₂ O
공유 전자쌍 수	4	3	2
비공유 전자쌍 수	0	1	2
분자 모양	정사면체형	삼각뿔형	굽은 형
결합각	109.5°	107°	104.5°

과학 돋보기 — 비공유 전자쌍 수와 분자 모양

핵심 정리 2주기 원소의 수소 화합물에서 중심 원자에 4개의 전자쌍이 있는 경우 비공유 전자쌍의 수가 많을수록 결합각은 작다.

개념 체크 E 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

- 결합각은 NH₄⁺이 NH₃보다 크다. ()
- 중심 원자에 결합된 원자 수가 같아도 중심 원자에 존재하는 _____ 전자쌍 수에 따라 분자 모양이 달라진다.

2 분자의 성질

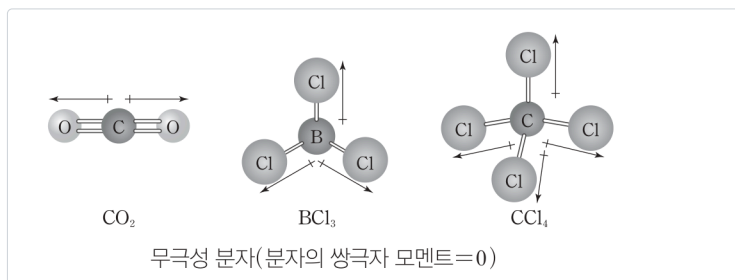
(1) 무극성 분자

분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자이다.

① 무극성 공유 결합이 있는 이원자 분자는 모두 무극성 분자이다.

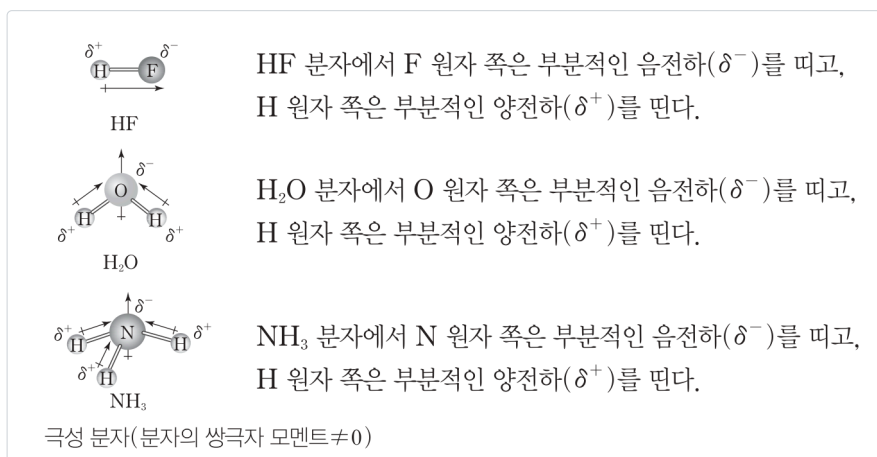
예 H_2 , Cl_2 , O_2 등

② 극성 공유 결합이 있는 분자라도 각 결합의 쌍극자 모멘트 합이 0인 분자 모양이면 분자의 쌍극자 모멘트가 0이므로 무극성 분자이다.



(2) 극성 분자

분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자로, 극성 공유 결합이 있는 분자 중에서 각 결합의 쌍극자 모멘트 합이 0이 아닌 분자 모양이면 극성 분자이다.



핵심 정리 무극성 분자는 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 분자이고, 극성 분자는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자이다.

과학 돋보기		분자의 모양과 성질			
분자식	BeF ₂	BCl ₃	CH ₄	NH ₃	H ₂ O
분자 모형					
중심 원자의 공유 전자쌍 수	2	3	4	3	2
중심 원자의 비공유 전자쌍 수	0	0	0	1	2
분자 모양	직선형	평면 삼각형	정사면체형	삼각뿔형	굽은 형
결합각	180°	120°	109.5°	107°	104.5°
성질	무극성	무극성	무극성	극성	극성

과학 돋보기 — 분자의 모양과 성질

(3) 분자의 극성 알아내기

① 분자의 루이스 전자점식을 그린다. ② 분자 모양을 파악한다. ③ 결합의 쌍극자 모멘트 합을 구하여 분자의 극성을 알아낸다.

분자	SiH ₄	H ₂ S
① 분자의 루이스 전자점식을 그린다.		
② 분자 모양을 파악한다.	정사면체형	굽은 형
③ 결합의 쌍극자 모멘트 합을 구하여 분자의 극성을 알아낸다.	결합의 쌍극자 모멘트 합이 0이므로 무극성 분자이다.	결합의 쌍극자 모멘트 합이 0이 아니므로 극성 분자이다.

개념 체크 F 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 분자는 _____ 분자이다.
2. 극성 분자인 H₂O에서 O는 부분적인 _____ 전하를 띠고, H는 부분적인 _____ 전하를 띤다.
3. 극성 공유 결합이 있는 분자는 모두 극성 분자이다. ()
4. CO₂에는 극성 공유 결합이 있지만, 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다. ()
5. NH₃와 BCl₃는 모두 분자의 쌍극자 모멘트가 0이다. ()

(4) 무극성 분자와 극성 분자의 성질**① 용해성**

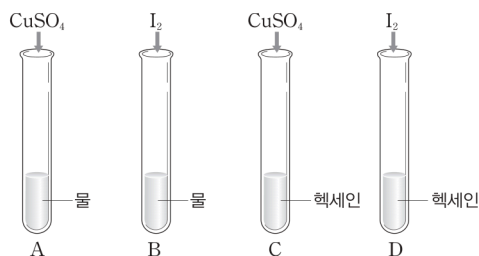
- 극성 분자는 극성 용매에 잘 용해되고, 무극성 분자는 무극성 용매에 잘 용해된다.
- 극성 용매와 무극성 용매는 서로 잘 섞이지 않고 층을 이룬다.

예 무극성 물질인 아이오딘(I_2)은 극성 용매인 물(H_2O)에는 잘 용해되지 않지만, 무극성 용매인 헥세인(C_6H_{14})에는 잘 용해된다.

용매	물(H_2O)	헥세인(C_6H_{14})
용매의 성질	극성	무극성
잘 용해되는 물질	극성 분자, 이온 결합 물질 예 HCl , NH_3 , $NaCl$, $CuSO_4$ 등	무극성 분자 예 Br_2 , I_2 , C_6H_6 (벤젠) 등

탐구자료 살펴보기**물질의 용해**

- 실험 과정** (가) 4개의 시험관 A~D를 준비하여 A와 B에 각각 물($H_2O(l)$) 5 mL를, C와 D에 각각 헥세인($C_6H_{14}(l)$) 5 mL를 넣는다.
(나) 시험관 A와 C에 각각 황산 구리($CuSO_4$) 0.3 g을, B와 D에 각각 아이오딘(I_2) 0.3 g을 넣고 잘 흔든 다음 용매에 용해되는 정도를 관찰한다.

**실험 결과**

시험관	A	B	C	D
결과	잘 녹음	거의 녹지 않음	거의 녹지 않음	잘 녹음

분석 point

1. 이온 결합 물질인 $CuSO_4$ 는 극성 용매인 물에 잘 녹는다.
2. 무극성 물질인 I_2 은 무극성 용매인 헥세인에 잘 녹는다.

탐구자료 살펴보기 — 물질의 용해

핵심 정리 극성 분자는 극성 용매에 잘 용해되고, 무극성 분자는 무극성 용매에 잘 용해된다.

② 끓는점

- 극성 물질은 분자에서 부분적인 양전하(δ^+)를 띤 원자와 이웃한 분자의 부분적인 음전하(δ^-)를 띤 원자 사이에 인력이 존재하므로 분자량이 비슷한 무극성 물질에 비해 분자 사이의 인력이 크다.
- 일반적으로 극성 물질은 분자량이 비슷한 무극성 물질보다 끓는점이 높다.

예 SiH_4 과 H_2S 는 분자량이 비슷하지만 끓는점은 극성 물질인 H_2S 가 무극성 물질인 SiH_4 보다 높다.

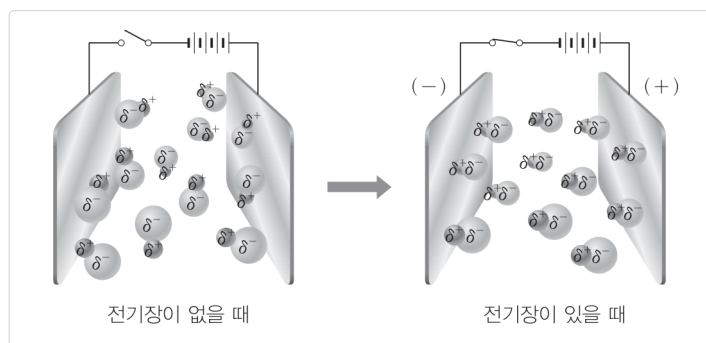
물질	성질	분자량	끓는점($^{\circ}\text{C}$)
SiH_4	무극성	32	-112
H_2S	극성	34	-60
O_2	무극성	32	-183
HCl	극성	36.5	-85

핵심 정리 극성 물질은 일반적으로 분자량이 비슷한 무극성 물질보다 끓는점이 높다.

개념 체크 G 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하시오. (정답은 교재 말미 해설)

- _____ 분자는 극성 용매에 잘 용해되고, _____ 분자는 무극성 용매에 잘 용해된다.
- 아이오딘(I_2)은 극성 용매인 물보다 무극성 용매인 헥세인에 잘 용해된다. ()
- H_2S 는 분자량이 비슷한 SiH_4 보다 끓는점이 높다. ()

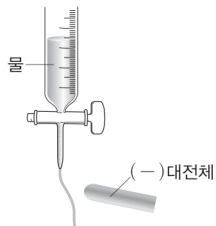
③ **전기적 성질:** 극성 분자는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 전기장에서 기체 상태의 극성 분자는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤 부분이 전기장의 (+)극 쪽으로, 부분적인 양전하(δ^+)를 띤 부분이 전기장의 (-)극 쪽으로 향하도록 배열된다.



핵심 정리 기체 상태의 극성 분자는 전기장에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띤 부분이 전기장의 (+)극 쪽으로, 부분적인 양전하(δ^+)를 띤 부분이 전기장의 (-)극 쪽으로 향하도록 배열된다.

탐구자료 살펴보기 물의 극성 확인

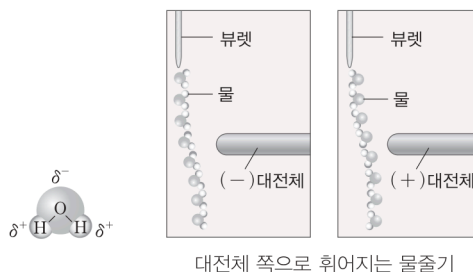
- 실험 과정** (가) 뷰렛에 물을 넣은 후 뷰렛 꼭지를 열어 가는 물줄기가 흐르도록 한다.
 (나) 그림과 같이 (－)전하를 띠는 대전체를 물줄기에 가까이 가져가 본다.



(다) (－)전하를 띠는 대전체 대신 (+)전하를 띠는 대전체를 물줄기에 가까이 가져가 본다.

실험 결과 과정 (나)와 (다)에서 모두 물줄기가 대전체 쪽으로 휘어졌다.

분석 point (－)대전체를 가까이 가져가면 물 분자에서 부분적인 양전하(δ^+)를 띠는 H 원자 쪽(방향)이 대전체 쪽으로 끌려가고, (+)대전체를 가까이 가져가면 물 분자에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띠는 O 원자 쪽(방향)이 대전체 쪽으로 끌려가므로 대전체의 전하의 종류와 상관없이 물줄기가 대전체 쪽으로 휘어진다.



탐구자료 살펴보기 — 물의 극성 확인

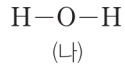
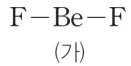
개념 체크 H 빈칸을 채우고, ○ 또는 ×로 답하십시오. (정답은 교재 말미 해설)

1. HF(g)는 전기장에서 분자들이 일정한 방향으로 배열된다. ()
2. O₂(g)와 NH₃(g)는 모두 전기장에서 분자의 배열이 불규칙적이다. ()
3. 가늘게 흐르는 물줄기에 대전체를 가까이 가져가면 물줄기가 대전체 쪽으로 휘어진다. ()
4. 가늘게 흐르는 물줄기에 (+)대전체를 가까이 가져가면 물 분자의 _____ 원자 쪽이 (+)대전체 쪽으로 끌리게 된다.

Part 2 · 기본문제

12문항 · 정답과 해설은 Part 4.

01 그림은 분자 (가)와 (나)의 구조식을 나타낸 것이다.



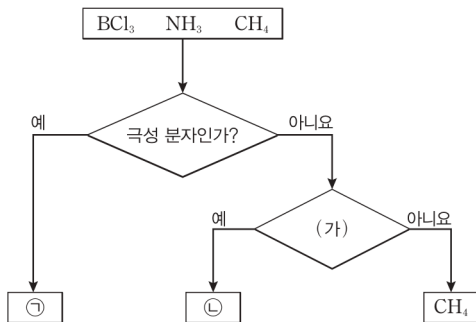
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 결합각은 (나) > (가)이다.
- ㄴ. (가)에서 F는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.
- ㄷ. (나)는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 3가지 분자를 주어진 기준에 따라 분류한 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. '평면 구조인가?'는 (가)로 적절하다.
- ㄴ. ㉠에는 비공유 전자쌍이 존재한다.
- ㄷ. ㉡에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 다음은 분자 (가)~(다)에 대한 설명이다. (가)~(다)는 H_2O , CH_4 , NH_3 를 순서 없이 나타낸 것이다.

- 결합각은 (가) > (나)이다.
- 중심 원자의 비공유 전자쌍 수는 (다) > (나)이다.

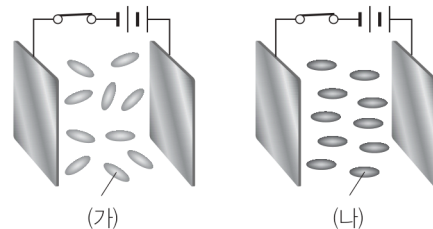
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 H_2O 이다.
- ㄴ. (나)의 분자 모양은 삼각뿔형이다.
- ㄷ. (다)의 결합각은 109.5° 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 물질 (가)와 (나)를 전기장 속에 넣었을 때, 분자 배열 상태를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 CO_2 와 OF_2 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)는 CO_2 이다.
- ㄴ. (나)는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이다.
- ㄷ. 분자의 결합각은 (가) > (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 2주기 원자 X~Z의 루이스 전자점식을 나타낸 것이다.



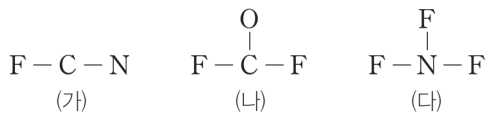
X~Z로 구성된 분자에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이고, 분자에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족한다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. Y_2 의 비공유 전자쌍 수는 2이다.
- ㄴ. XY_2 의 결합각은 180° 이다.
- ㄷ. YZ_2 의 분자 모양은 직선형이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림은 분자 (가)~(다)의 구조식을 단일 결합과 다중 결합의 구분 없이 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.



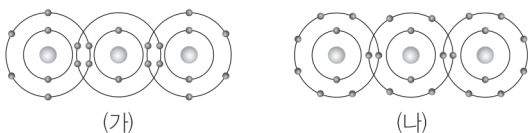
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 공유 전자쌍 수는 4이다.
- ㄴ. (나)의 분자 모양은 평면 삼각형이다.
- ㄷ. (다)에서 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 그림은 분자 (가)와 (나)를 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다.



(가)가 (나)보다 큰 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 공유 전자쌍 수
- ㄴ. 결합각
- ㄷ. 옥텟 규칙을 만족하는 원자 수

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08 표는 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. X와 Y는 2주기 원소이며, (가)~(다)에서 F, X, Y는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원소	H, F	H, X	H, Y
구성 원자 수	a	$2a$	$2a+1$
분자당 H 원자 수	1	$2a-1$	$2a$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. a 는 2이다.
- ㄴ. (나)의 비공유 전자쌍 수는 0이다.
- ㄷ. 전기 음성도는 $Y > X$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 다음은 NH_3 와 CH_4 의 결합각에 대한 설명이다.

결합각은 NH_3 [가] CH_4 이다. 이는 비공유 전자쌍-공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍-공유 전자쌍 사이의 반발력보다 [나] 때문이다.

(가)와 (나)로 가장 적절한 것은?

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| (가) | (나) | (가) | (나) |
| ① > | 작기 | ② < | 작기 |
| ③ > | 크기 | ④ < | 크기 |
| ⑤ = | 크기 | | |

10 표는 뷰렛에 액체 X와 Y를 각각 담고 꼭지를 열어 흐르는 액체 줄기에 (－)대전체를 가까이 가져갔을 때의 변화에 대한 자료이다. X와 Y는 물과 헥세인(C_6H_{14})을 순서 없이 나타낸 것이다.

액체	(－)대전체를 가까이 가져갔을 때의 변화
X	줄기가 거의 휘어지지 않는다.
Y	줄기가 대전체 쪽으로 크게 휘어진다.

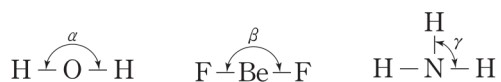
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 무극성 물질이다.
- ㄴ. Y는 물이다.
- ㄷ. Y는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 그림은 3가지 분자의 구조식과 결합각 $\alpha \sim \gamma$ 를 나타낸 것이다.



$\alpha \sim \gamma$ 의 크기를 비교한 것으로 옳은 것은?

- ① $\alpha > \beta > \gamma$ ② $\alpha > \gamma > \beta$ ③ $\beta > \alpha > \gamma$
 ④ $\beta > \gamma > \alpha$ ⑤ $\gamma > \alpha > \beta$

12 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다.

족 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
1	W							
2			X		Y		Z	

W~Z로 구성된 분자에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. XZ_3 의 분자 모양은 삼각뿔형이다.
 ㄴ. YW_3 에서 Y는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.
 ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 WZ가 YW_3 의 3배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

Part 3 · 심화문제

12문항 · 정답과 해설은 Part 4. 각 문항의 접근 Point는 해설에 수록.

01 표는 2주기 원소로 구성된 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)의 중심 원자는 1개이고, (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	중심 원자에 결합된 원자 수	분자 모양	중심 원자의 비공유 전자쌍 수
(가)	2	직선형	①
(나)	②	삼각뿔형	1
(다)	3	③	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ①+②=3이다.
- ㄴ. ③은 평면 삼각형이다.
- ㄷ. (나)는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 다음은 물의 극성에 관한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 뷰렛에 물을 넣은 후 꼭지를 열어 가는 물줄기가 흐르도록 한다.
- (나) 그림과 같이 (－)전하로 대전된 대전체를 물줄기에 가까이 가져가 본다.



[실험 결과]

- 물줄기가 대전체 쪽으로 휘어졌다.

실험 결과가 타당할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 물 분자가 극성을 띠기 때문에 나타나는 현상이다.
- ㄴ. (+)전하로 대전된 대전체를 물줄기에 가져가면 물줄기는 대전체로부터 멀어진다.
- ㄷ. 물 대신 에탄올(C_2H_5OH)을 이용하여 실험하면 에탄올 줄기는 대전체에 끌려간다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 다음은 주기율표의 일부와 2주기 원소 X~Z로 구성된 분자 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가)와 (나)는 분자당 원자 수가 5 이하이며, (가)와 (나)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

○ 주기율표의 일부

족	1	2	13	14	15	16	17	18
주기				X		Y	Z	
2								

- (가)의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 4$ 이다.
- (나)의 분자 모양은 평면 삼각형이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (가)의 분자 모양은 직선형이다.
- ㄴ. (나)는 XYZ₂이다.
- ㄷ. 비공유 전자쌍 수는 (가)와 (나)가 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 표는 2주기 원소 X~Z로 구성된 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	분자식	공유 전자쌍 수	비공유 전자쌍 수
(가)	XYZ	x	x
(나)	YX ₄	x	⑦
(다)	ZX ₃	3	

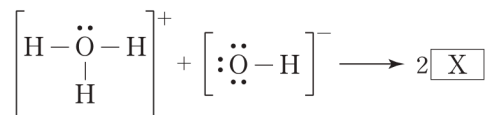
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X의 원자가 전자 수는 7이다.
- ㄴ. ⑦은 $4x$ 이다.
- ㄷ. ZX₃의 분자 모양은 평면 삼각형이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림은 하이드로늄 이온(H₃O⁺)과 수산화 이온(OH⁻)이 반응하여 분자 X가 생성되는 반응을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

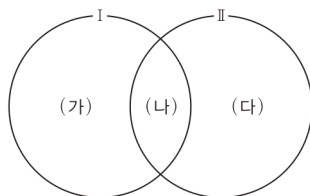
◀ 보기 ▶

- ㄱ. 공유 전자쌍 수는 X가 OH⁻의 2배이다.
- ㄴ. X의 모양은 직선형이다.
- ㄷ. 결합각은 X > H₃O⁺이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 다음은 5가지 분자를 기준 I, II에 따라 분류한 벤 다이어그램이다.

분자	H ₂ O HCN BeF ₂ CO ₂ NH ₃
분류 기준	I. 극성 분자이다. II. 분자 모양이 직선형이다.



(가)~(다) 영역에 속하는 분자의 가짓수로 옳은 것은?

	(가)	(나)	(다)		(가)	(나)	(다)
①	1	2	2	②	1	3	1
③	2	1	2	④	2	2	1
⑤	3	1	1				

07 다음은 수소(H)와 서로 다른 2주기 원소 X, Y로 구성된 분자 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가)와 (나)에서 X와 Y는 옥텟 규칙을 만족한다.

○ (가)와 (나)의 구성 원소와 구성 원자 수

	(가)	(나)
구성 원소	H, X	H, Y
구성 원자 수	4	x

○ (가)에는 무극성 공유 결합이 있다.

○ (가)와 (나)에서 비공유 전자쌍 수 > 공유 전자쌍 수이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

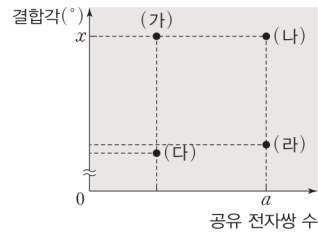
ㄱ. $x=4$ 이다.

ㄴ. (나)는 극성 분자이다.

ㄷ. 전기 음성도는 $X > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 그림은 분자 (가)~(라)의 공유 전자쌍 수와 결합각을 나타낸 것이다. (가)~(라)는 H_2O , BeF_2 , CH_4 , CO_2 를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. (나)는 무극성 분자이다.
- ㄴ. $\frac{x}{a} = 45$ 이다.
- ㄷ. (가)~(라) 중 비공유 전자쌍 수는 (다)가 가장 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 다음은 학생 A가 수행한 탐구 활동이다. ㉠과 ㉡은 극성 물질과 무극성 물질을 순서 없이 나타낸 것이다.

[가설]

- ㉠은 극성 용매에, ㉡은 무극성 용매에 잘 용해된다.

[탐구 과정 및 결과]

- (가) 극성 용매인 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 과 무극성 용매인 $\text{C}_6\text{H}_{14}(l)$ 이 각각 담겨 있는 시험관에 몇 가지 ㉠과 ㉡을 넣고 흔들어 용해되는 정도를 확인한다.
- (나) (가)에서 조사한 내용을 정리한다.

용매		$\text{H}_2\text{O}(l)$	$\text{C}_6\text{H}_{14}(l)$
물질	X, I_2	거의 용해되지 않음	용해됨
	HCl , NH_3	용해됨	거의 용해되지 않음

[결론]

- 가설은 옳다.

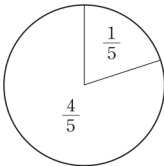
학생 A의 탐구 과정 및 결과와 결론이 타당할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 무극성 물질이다.
- ㄴ. CCl_4 는 X로 적절하다.
- ㄷ. HCN 는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 에 잘 용해된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 표는 2주기 원소 X~Z로 구성된 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	XY_2	YZ_2	XZ_a
공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수의 비율	㉠		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. '㉠'은 ㉠으로 적절하다.
- ㄴ. (나)의 분자 모양은 굽은 형이다.
- ㄷ. $a=3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 다음은 수소(H)와 2주기 원소 X~Z로 구성된 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 H_aX , YH_b , H_cZ 이고, (가)~(다)에서 X~Z는 옥텟 규칙을 만족한다.

- (가)를 구성하는 원자 수는 2이다.
- 분자의 공유 전자쌍 수는 (나)가 (가)의 3배이다.
- 결합각은 (나) > (다)이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. Y의 원자가 전자 수는 4이다.
- ㄴ. $b+c=5$ 이다.
- ㄷ. (다)의 비공유 전자쌍 수는 1이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 표는 분자 (가)~(라)에 대한 자료이다. (가)~(라)는 BeF_2 , BCl_3 , CO_2 , CF_4 을 순서 없이 나타낸 것이다.

분자	(가)	(나)	(다)	(라)
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$	x	x		y
결합각($^\circ$)	α	$\frac{3}{2}\alpha$	β	$\frac{3}{2}\alpha$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $\frac{y}{x} = 3$ 이다.
 ㄴ. (가)의 분자 모양은 직선형이다.
 ㄷ. $\alpha > \beta$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Part 4 · 정답과 해설

1 개념 체크 정답

A	1. 전자쌍 반발	2. 구조(모양)	3. 직선형
B	1. ○	2. 평면 삼각형	3. × 4. ×
C	1. 정사면체형	2. HCN, BF ₃ , CH ₄	3. ○ 4. ○
D	1. 삼각뿔형 5. ×	2. 굽은 형	3. × 4. ○
E	1. ○	2. 비공유	
F	1. 극성 5. ×	2. 음, 양	3. × 4. ○
G	1. 극성, 무극성	2. ○	3. ○
H	1. ○	2. ×	3. ○ 4. 산소(O)

2 기본문제 해설

정답

01	②	02	③	03	②	04	③	05	②	06	③	07	④	08	①
09	④	10	③	11	④	12	⑤								

01 결합각과 분자의 쌍극자 모멘트

BeF₂은 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고 중심 원자에 결합된 원자가 2개인 분자로, 결합각이 180°이며 분자 모양이 직선형이다. H₂O은 중심 원자에 2개의 비공유 전자쌍이 있고 중심 원자에 결합된 원자가 2개인 분자로, 결합각이 104.5°이며 분자 모양이 굽은 형이다.

✕. 결합각은 (가)(180°) > (나)(104.5°)이다.

○. F은 Be보다 전기 음성도가 크기 때문에 (가)에서 F은 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

✕. (나)는 분자 모양이 굽은 형인 분자로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

02 분자의 구조와 극성

BCl₃는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고, 분자 모양이 평면 삼각형인 무극성 분자이다. NH₃는 중심 원자에 1개의 비공유 전자쌍이 있고, 분자 모양이 삼각뿔형인 극성 분자이다. CH₄은 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없고, 분자 모양이 정사면체형인 무극성 분자이다.

○. 무극성 분자인 BCl₃와 CH₄ 중 분자 모양이 정사면체형인 CH₄은 입체 구조이고, 분자 모양이 평면 삼각형인 BCl₃는 평면 구조이다.

○. 극성 분자인 NH₃의 중심 원자인 N에는 1개의 비공유 전자쌍이 존재한다.

✕. ⊖(BCl₃)에서 B는 3개의 전자쌍을 가지므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

03 분자의 모양과 결합각

H₂O, CH₄, NH₃의 결합각과 중심 원자의 비공유 전자쌍 수는 다음과 같다.

분자	H ₂ O	CH ₄	NH ₃
결합각	104.5°	109.5°	107°
중심 원자의 비공유 전자쌍 수	2	0	1

(가)~(다)는 각각 CH₄, NH₃, H₂O이다.

✕. (가)는 CH₄이다.

○. (나)(NH₃)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개 존재하며 분자 모양은 삼각뿔형이다.

✕. (다)(H₂O)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개 존재하고, 분자 모양은 굽은 형이며 결합각은 104.5°이다.

04 물질의 극성

극성 분자는 전기장 속에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띤 부분이 전기장의 (+)극 쪽으로, 부분적인 양전하(δ^+)를 띤 부분은 전기장의 (-)극 쪽으로 향하도록 배열된다.

○. 전기장 속에서 분자들이 불규칙하게 배열된 (가)는 무극성 분자로 구성된 물질인 CO₂이다.

✕. (나)(OF₂)는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

○. (가)(CO₂)는 분자 모양이 직선형이며 결합각이 180°이고, (나)(OF₂)는 분자 모양이 굽은 형이며 결합각이 180°보다 작다. 따라서 결합각은 (가) > (나)이다.

05 루이스 전자점식과 분자의 구조

X~Z는 각각 C, O, F이다.

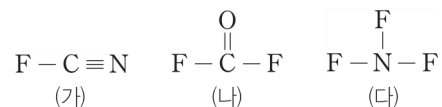
✕. Y₂(O₂)는 2개의 O 원자가 2중 결합을 하여 생성된 분자로 공유 전자쌍 수가 2, 비공유 전자쌍 수가 4인 분자이다.

○. XY₂(CO₂)는 1개의 C 원자와 2개의 O 원자가 각각 2중 결합을 하여 생성된 분자로 분자 모양은 직선형이며, 결합각은 180°이다.

✕. YZ₂(OF₂)는 1개의 O 원자와 2개의 F 원자가 각각 단일 결합을 하여 생성된 분자로 분자 모양은 굽은 형이다.

06 분자의 구조

(가)~(다)의 구조식은 다음과 같다.



○. (가)에는 F와 C 사이에 1개의 공유 전자쌍, N와 C 사이에 3개의 공유 전자쌍이 존재한다.

○. (나)의 분자 모양은 4개의 원자가 모두 동일한 평면에 존재하는 평면 삼각형이다.

✕. (다)에는 3개의 공유 전자쌍과 N와 F에 비공유 전자쌍이 각각 1개, 3개가 존재하므로 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = \frac{10}{3}$ 이다.

07 화학 결합 모형과 분자의 구조

(가)와 (나)는 각각 CO₂와 OF₂이다.

○. (가)(CO₂)와 (나)(OF₂)의 공유 전자쌍 수는 각각 4, 2이다.

○. (가)(CO₂)는 직선형이므로 결합각은 180°이고, (나)(OF₂)는 굽은 형이므로 결합각은 180°보다 작다.

✕. (가)(CO₂)와 (나)(OF₂)에서 옥텟 규칙을 만족하는 원자의 수는 각각 3으로 같다.

08 분자의 구조와 전기 음성도

㉠. (가)는 H 원자 1개와 F 원자 1개로 이루어진 HF이다. 따라서 a 는 2이다.

㉡. (나)는 H 원자 3개와 N 원자 1개로 이루어진 NH_3 로 X는 N이고, 중심 원자인 X(N)에 1개의 비공유 전자쌍이 있다.

㉢. (다)는 H 원자 4개와 C 원자 1개로 이루어진 CH_4 이다. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 전기 음성도가 증가하므로 전기 음성도는 $X(\text{N}) > Y(\text{C})$ 이다.

09 전자쌍 사이의 반발력

CH_4 은 중심 원자인 C의 주위에 4개의 공유 전자쌍이 서로 반발하여 분자 모양이 정사면체형이고, 결합각은 109.5° 이다. NH_3 는 중심 원자인 N의 주위에 3개의 공유 전자쌍과 1개의 비공유 전자쌍이 서로 반발하여 분자 모양이 삼각뿔형이고, 결합각은 107° 이다. NH_3 의 결합각이 CH_4 의 결합각보다 작은 이유는 비공유 전자쌍—공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍—공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크기 때문이다.

10 물질의 극성

㉠. 무극성 물질은 분자의 쌍극자 모멘트가 0이므로 대전체에 거의 끌려가지 않는다. (가)에서 X는 대전체에 거의 끌려가지 않았으므로 무극성 물질인 헥세인이다.

㉡. 물은 극성 물질로 (－)대전체를 가까이 가져가면 부분적인 양전하(δ^+)를 띠는 H 원자가 대전체 쪽으로 끌려간다. 따라서 Y는 물이다.

㉢. Y(물)는 (－)대전체에 끌려가므로 극성 물질이며 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

11 분자의 구조와 결합각

H_2O , BeF_2 , NH_3 의 분자 모양은 각각 굽은 형, 직선형, 삼각뿔형이고, $\alpha \sim \gamma$ 는 각각 104.5° , 180° , 107° 이다. 따라서 결합각은 $\beta > \gamma > \alpha$ 이다.

12 분자의 구조와 전기 음성도

㉠. $\text{XZ}_3(\text{BF}_3)$ 는 중심 원자에 3개의 공유 전자쌍이 존재하며 분자 모양은 평면 삼각형이다.

㉡. $\text{YW}_3(\text{NH}_3)$ 의 Y(N)는 전기 음성도가 W(H)보다 크므로 YW_3 에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

㉢. $\text{WZ}(\text{HF})$ 의 Z(F)에는 3개의 비공유 전자쌍이, $\text{YW}_3(\text{NH}_3)$ 의 Y(N)에는 1개의 비공유 전자쌍이 존재하므로 비공유 전자쌍 수는 $\text{WZ}(\text{HF})$ 가 $\text{YW}_3(\text{NH}_3)$ 의 3배이다.

3 심화문제 해설

정답

01	③	02	④	03	⑤	04	①	05	①	06	③	07	②	08	③
09	④	10	③	11	②	12	②								

심화 01번

접근 Point 중심 원자에 결합된 원자 수가 2이면서 분자 모양이 직선형인 분자는 중심 원자의 비공유 전자쌍 수가 0이다.

01 분자의 구조

㉠. 중심 원자가 2주기 원소인 분자에서 중심 원자에 결합된 원자 수가 2이면서, 분자 모양이 직선형인 분자의 중심 원자에 존재하는 비공유 전자쌍 수는 0(㉠)이다. 중심 원자가 2주기 원소인 분자에서 중심 원자의 비공유 전자쌍 수가 1이면서, 분자 모양이 삼각뿔형인 분자의 중심 원자에 결합된 원자 수는 3(㉡)이다. 따라서 ㉠+㉡=3이다.

㉡. 중심 원자가 2주기 원소인 분자에서 중심 원자에 결합된 원자 수가 3이면서, 중심 원자에 비공유 전자쌍 수가 0이면 전자쌍 반발 이론에 의해 3개의 전자쌍은 동일한 평면에 존재하며 분자 모양은 평면 삼각형이 된다.

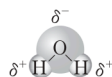
✕. (나)는 분자 모양이 삼각뿔형이므로 결합의 쌍극자 모멘트 합이 0이 아니다. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

심화 02번

접근 Point 물은 극성 분자로서 O는 부분적인 음전하(δ^-)를 띠고, H는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

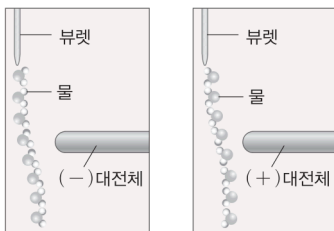
02 물의 극성

물은 극성 분자로서 O는 부분적인 음전하(δ^-)를 띠고, H는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.



㉠. 물줄기에 (-)대전체를 가까이 가져가면 물 분자에서 부분적인 양전하(δ^+)를 띠는 H 원자 쪽이 대전체 쪽으로 끌려간다.

✕. 물줄기에 (+)대전체를 가까이 가져가면 물 분자에서 부분적인 음전하(δ^-)를 띠는 O 원자 쪽이 대전체 쪽으로 끌려간다.



㉡. 에탄올(C_2H_5OH)은 극성 물질이므로 에탄올 줄기는 대전체에 끌려간다.

심화 03번

접근 Point X~Z로 이루어진 분자 중 분자의 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하는 경우, $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 4$ 인 분자는 OF_2 이다.

03 분자의 구조

✕. X(C), Y(O), Z(F)로 구성된 분자 중 분자 내의 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하는 경우, $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 4$ 인 분자(가)는 OF_2 이다. OF_2 는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 2개가 존재하며 분자의 모양은 굽은 형이다.

㉠. X(C), Y(O), Z(F)로 구성된 분자 중 분자의 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하는 경우, 분자 모양이 평면 삼각형인 분자는 COF_2 이므로 (나)는 $XYZ_2(COF_2)$ 이다.

㉡. (가)(OF_2)와 (나)(COF_2)의 비공유 전자쌍 수는 모두 8로 같다.

심화 04번

접근 Point FCN은 분자의 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하며 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수는 각각 4이다.

04 분자의 구조

㉠. 분자식이 XYZ이고 분자의 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족하는 분자 중 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 같은 분자는 FCN이다. 따라서 $x=4$ 이고, YX_4 는 CF_4 이다. X(F)는 17족 원소로 원자가 전자 수가 7이다.

✕. $YX_4(CF_4)$ 의 공유 전자쌍 수는 $x(=4)$, 비공유 전자쌍 수는 $3x(=12)$ 이다.

✕. $ZX_3(NF_3)$ 는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 1개이고, 분자 모양이 삼각뿔형이다.

심화 05번

접근 Point $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2X$ 에서 X는 H_2O 이다.

05 이온의 구조

$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2 \boxed{X}$ 에서 X는 H_2O 이다.

㉠. X(H_2O)와 OH^- 의 공유 전자쌍 수는 각각 2, 1이므로 공유 전자쌍 수는 X(H_2O)가 OH^- 의 2배이다.

✕. X(H_2O)는 중심 원자의 비공유 전자쌍 수가 2이고, 분자 모양은 굽은 형이다.

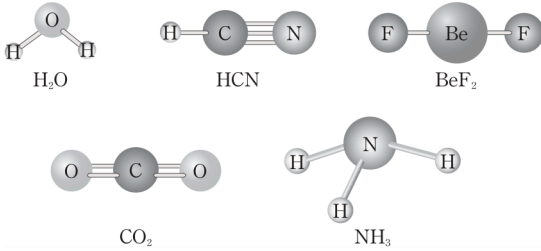
✕. X(H_2O)는 중심 원자의 공유 전자쌍 수가 2, 비공유 전자쌍 수가 2이므로 결합각은 104.5° 이고, H_3O^+ 은 중심 원자의 공유 전자쌍 수가 3, 비공유 전자쌍 수가 1이므로 결합각은 104.5° 보다 크다. 따라서 결합각은 $H_3O^+ > X(H_2O)$ 이다.

심화 06번

접근 Point HCN는 분자 모양이 직선형인 극성 분자이다.

06 물질의 극성과 분자의 구조

H₂O, HCN, BeF₂, CO₂, NH₃의 분자 구조는 다음과 같다.



(가) 영역에는 극성 분자이면서 분자 모양이 직선형이 아닌 H₂O, NH₃가 속하고, (나) 영역에는 극성 분자이면서 분자 모양이 직선형인 HCN가 속하며, (다) 영역에는 무극성 분자이면서 분자 모양이 직선형인 BeF₂, CO₂가 속한다. 따라서 (가)~(다) 영역에 속하는 분자의 가짓수는 각각 2, 1, 2이다.

심화 07번

접근 Point 무극성 공유 결합이 있는 (가)로 가능한 분자는 C₂H₂, N₂H₂, H₂O₂이다.

07 무극성 공유 결합과 분자의 극성

H와 2주기 원소 X로 구성된 분자이면서 무극성 공유 결합이 있는 (가)로 가능한 분자는 C₂H₂, N₂H₂, H₂O₂이다. 이 중 비공유 전자쌍 수 > 공유 전자쌍 수인 분자는 H₂O₂이므로 (가)는 H₂O₂이다. 비공유 전자쌍 수 > 공유 전자쌍 수인 (나)는 HF이다.

✕. (나)는 HF이므로 $x=2$ 이다.

○. HF에서의 전기 음성도는 $F > H$ 이므로 HF는 극성 분자이다.

✕. X는 O이고, Y는 F이다. 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 전기 음성도가 증가하므로 전기 음성도는 $Y(F) > X(O)$ 이다.

심화 08번

접근 Point H₂O, BeF₂, CH₄, CO₂의 공유 전자쌍 수는 각각 2, 2, 4, 4이다.

08 분자의 공유 전자쌍 수와 결합각

H₂O, BeF₂, CH₄, CO₂의 공유 전자쌍 수, 비공유 전자쌍 수, 결합각은 다음과 같다.

분자	H ₂ O	BeF ₂	CH ₄	CO ₂
공유 전자쌍 수	2	2	4	4
비공유 전자쌍 수	2	6	0	4
결합각(°)	104.5	180	109.5	180

따라서 (가)는 BeF₂, (나)는 CO₂, (다)는 H₂O, (라)는 CH₄이다.

○. (나)는 공유 전자쌍 수가 4이며 결합각이 180°인 CO₂이다. (나)(CO₂)는 직선형 분자로 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다.

○. a 는 4이며 x 는 180이다. 따라서 $\frac{x}{a} = \frac{180}{4} = 45$ 이다.

✕. 비공유 전자쌍 수가 가장 큰 것은 (가)(BeF₂)이다.

심화 09번

접근 Point ㉠과 ㉡은 각각 극성 물질과 무극성 물질이다.

09 물질의 극성과 용해

㉠과 ㉡은 각각 극성 물질과 무극성 물질이다.

✕. 극성 용매에 잘 용해되는 ㉠은 극성 물질이다.

○. CCl₄는 무극성 물질로 무극성 용매인 C₆H₁₄(*l*)에 잘 용해되므로 CCl₄는 X로 적절하다.

○. HCN는 극성 물질이므로 H₂O(*l*)에 잘 용해된다.

심화 10번

접근 Point (나)는 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 각각 2, 8인 OF₂이다.

10 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수

2주기 원소로 구성된 분자 (나)는 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수가 각각 2, 8인 OF₂이다.

○. Y가 O이므로 (가)는 CO₂이고, CO₂의 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수는 각각 4로 같으므로 ㉠은 ○이다.

○. (나)(OF₂)는 중심 원자에 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍이 있고 분자 모양은 굽은 형이다.

✕. X와 Z가 각각 C, F이므로 (다)는 CF₄이고, $a=4$ 이다.

심화 11번

접근 Point 수소(H)와 2주기 원소 X~Z로 구성된 분자 (가)~(다)로 가능한 분자는 HF, H₂O, NH₃, CH₄이다.

11 분자의 구조

수소(H)와 2주기 원소 X~Z로 구성된 분자 (가)~(다)로 가능한 분자는 HF, H₂O, NH₃, CH₄이다. 이 중 분자를 구성하는 원자 수가 2인 분자는 HF이므로 (가)는 HF이다. 분자의 공유 전자쌍 수가 (가)(HF)의 3배인 (나)는 NH₃이다. (나)(NH₃)의 결합각은 107°이고 결합각이 (나)(NH₃)보다 작은 (다)는 결합각이 104.5°인 H₂O이다.

✕. (나)(YH₃)는 NH₃이고 Y(N)의 원자가 전자 수는 5이다.

○. (나)(YH₃)와 (다)(H₂Z)는 각각 NH₃, H₂O이므로 b 와 c 는 각각 3, 2이다. 따라서 $b+c=5$ 이다.

✕. (다)(H₂O)의 비공유 전자쌍 수는 2이다.

심화 12번

접근 Point BeF_2 , BCl_3 , CO_2 , CF_4 의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 는 각각 3, 3, 1, 3이다.

12 분자의 전자쌍 수와 결합각

BeF_2 , BCl_3 , CO_2 , CF_4 의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 와 결합각($^\circ$)은 다음과 같다.

분자	BeF_2	BCl_3	CO_2	CF_4
비공유 전자쌍 수	6	9	4	12
공유 전자쌍 수	2	3	4	4
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$	3	3	1	3
결합각($^\circ$)	180	120	180	109.5

(가)~(라)는 각각 BCl_3 , BeF_2 , CF_4 , CO_2 이고, x 와 y 는 각각 3, 1이고, α 와 β 는 각각 120, 109.5이다.

✕. $\frac{y}{x} = \frac{1}{3}$ 이다.

✕. (가)(BCl_3)의 분자 모양은 평면 삼각형이다.

⊙. $\alpha > \beta$ 이다.