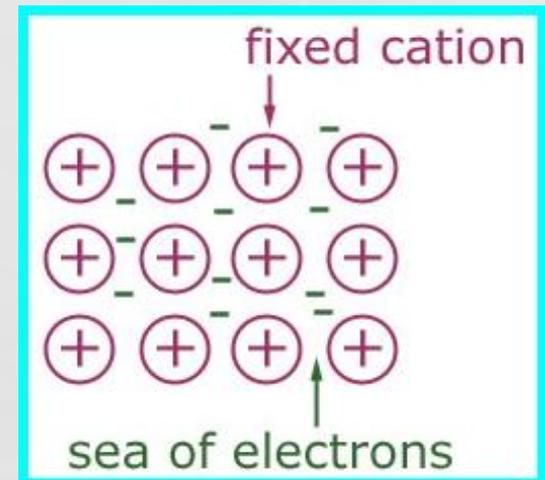
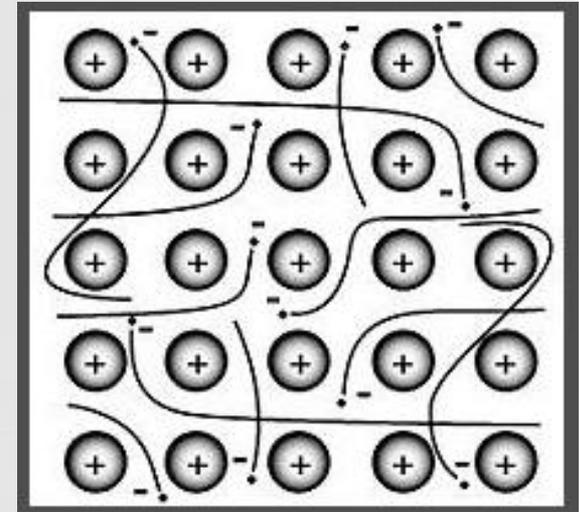


# 1-2-3. Metallic Bonding

- A bond between atoms with similar low electronegativities. Metallic bonding is essentially covalent bonding with delocalized electrons. Metallic nuclei share weakly bonded valence electrons, which form an "electron gas".
- Metals have many more empty orbits than electrons available to fill them. For example, iron requires 5 electrons to fill its outermost 3d orbital.
- Metallically bonded solids share the following properties: low to moderate hardness, malleability, and ductility (weak delocalized bonds); very good thermal conductivity and electrical conductivity (free electrons in cloud); and form crystals with high symmetry (nuclei pack well).

**Metallic bonding** is the electromagnetic interaction between delocalized electrons, called conduction electrons, gathered in an "electron sea", and the metallic nuclei within metals. By contrast, in ionic compounds, the locations of the bonding electrons and their charges are static. The freely-moving or delocalization of bonding electrons leads to classical metallic properties such as shininess (surface light reflectivity), electrical and thermal conductivity, ductility, and high tensile strength.



# Energy band in the crystal

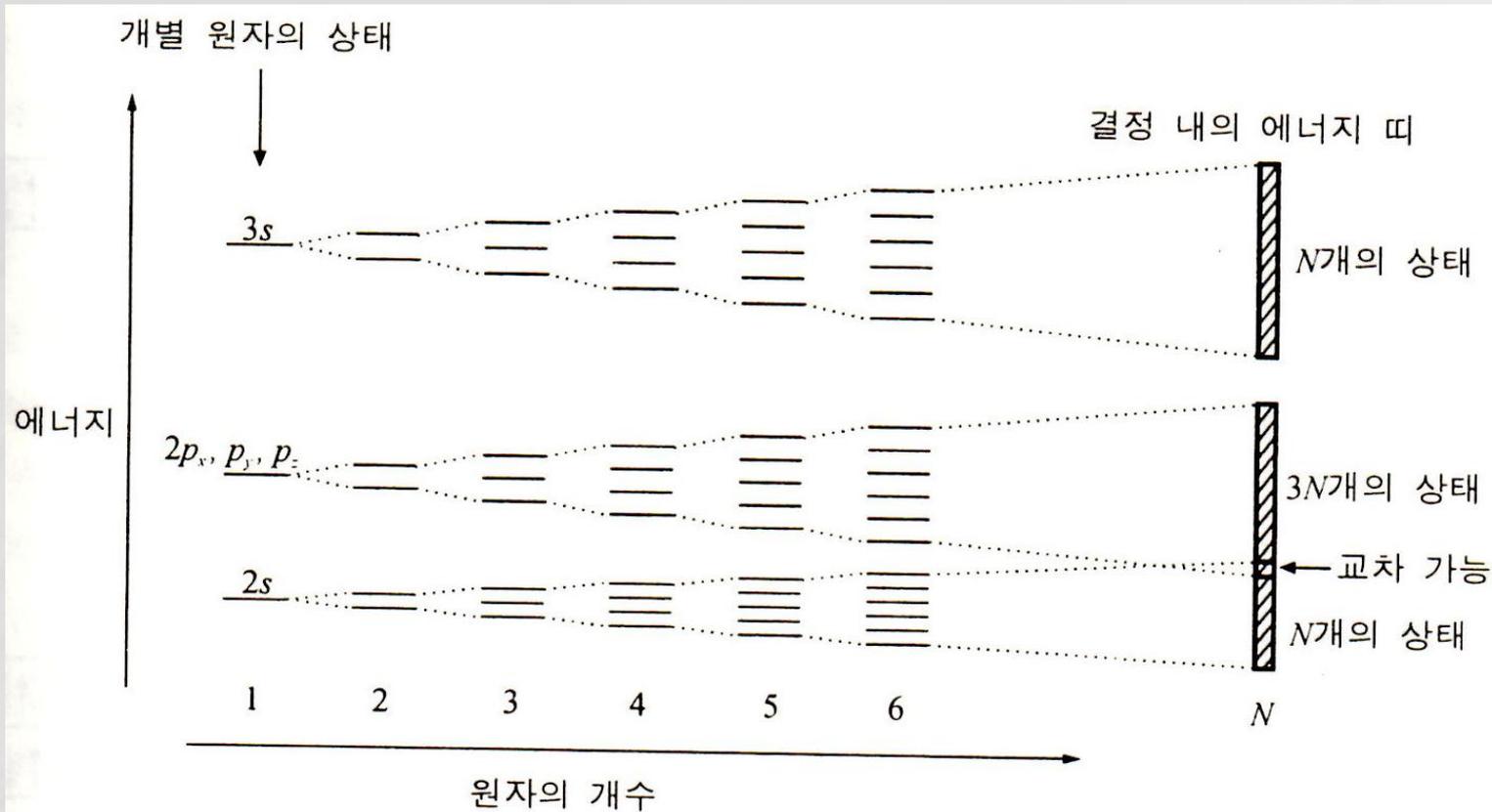


그림 1-29 원자들이 모여 있을 때 에너지 준위의 모식적 그림.

# Orbital and energy diagram for Li atom

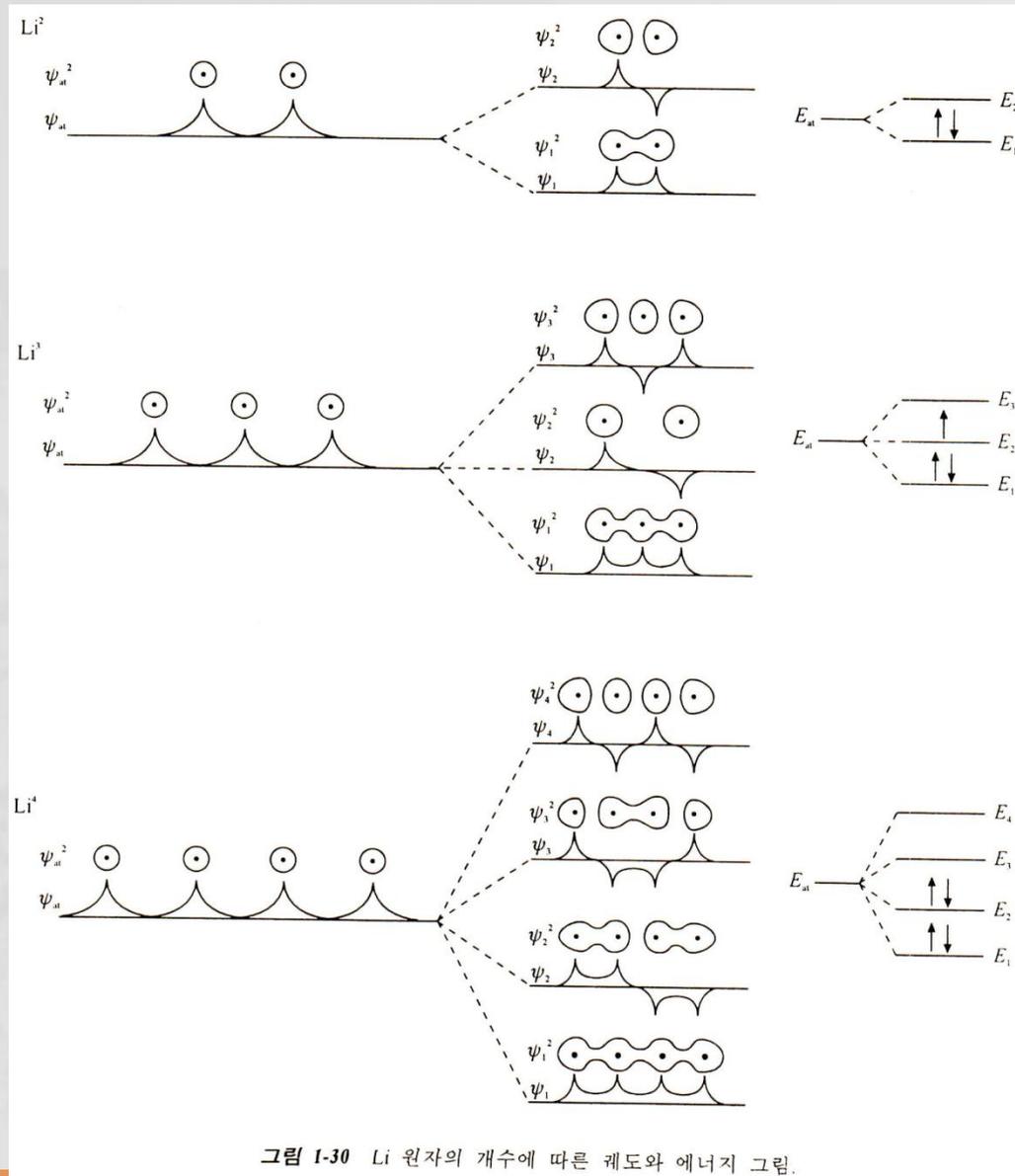
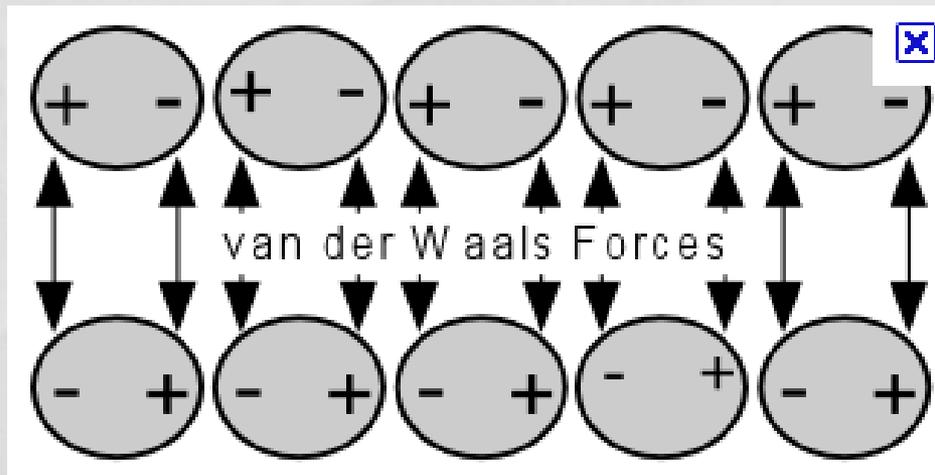


그림 1-30 Li 원자의 개수에 따른 궤도와 에너지 그림.

## 1-2-4. Van der Waals Bonds

Van der Waals Bonds are also residual bonds that result from polarization of atoms or molecules. In the mineral graphite, the C atoms are held together by strong covalent bonds, that result in concentrations of positive and negative charges at either end of the C atoms. Bonding between sheets takes place as a result of the slight attraction between these residual charges from one sheet to another.

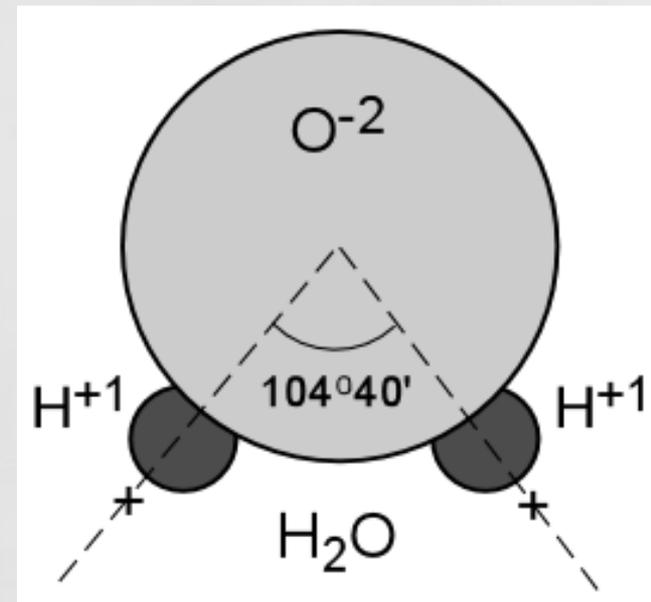


# Hydrogen bonds

- These occur in the special case of hydrogen, because H has only one electron. When Hydrogen gives up this electron to become  $H^{+1}$  ion or shares its single electron with another atom in a covalent bond, the positively charged nucleus of the hydrogen atom is exposed, giving that end of the H ion a residual +1 charge.

This is what causes the  $H_2O$  molecule to be a polar molecule seen here.

Similarly, an  $OH^{-1}$  molecule, common in sheet silicate minerals like micas and clay minerals, although possessing a -1 charge will have exposed H nuclei that can bond to other negative residual charges forming a weak hydrogen bond. Layers of  $OH^{-1}$  molecules in the sheet silicates result in the easy cleavage along the  $\{001\}$  planes.



# Dipole-dipole interaction in H<sub>2</sub>O molecules

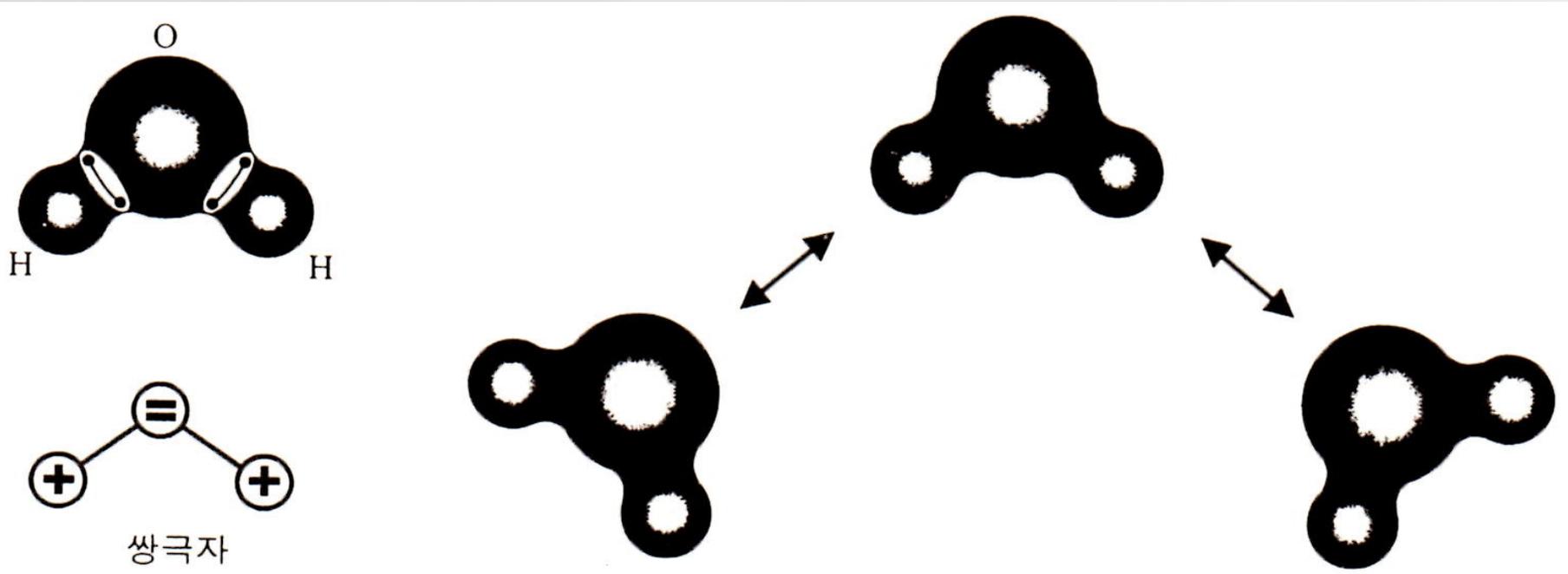


그림 1-31 물 분자의 쌍극자와 분자 사이의 인력 방향을 나타낸 그림.

# Homework #1

## ● Solve exercise 1, 5, 7, 10, 13, 20, 21, 22.

### 연습문제

- 슈뢰딩거는 원자에 있는 전자의 양자 상태는 각각 다른 수의 마디를 지닌 정상 파에 대응된다고 생각하였다. 다음 물음에 답하시오.
  - 바닥 상태에서 마디의 수는 몇 개인가?
  - 바닥 상태에서 마디의 위치는 어디인가?
  - 무슨 양자수가 전체 마디의 수를 나타내는가?
  - 마디에서 상태 함수의 값은 얼마인가?
  - 마디에서 전자를 발견할 수 있는 확률은 얼마인가?
- 수소에서 다음 각 경우의 각 의존 확률 인자와 지름 확률 인자를 그리시오.
  - 2s
  - 세 개의 2p 상태
- 슈뢰딩거 방정식에서 나오는 세 개의 양자수에 대해 설명하시오.
- 1s 전자에 대해 다음에서 전자를 발견할 수 있는 확률을  $k$ 로 표시하시오.
  - 원자핵에 중심을 둔  $10^{-9} \text{ nm}^3$  부피의 구
  - 핵에서 0.04 nm 과 0.042 nm 사이의 부피
- 결합의 방향성에 관련되는 양자수에 대해 설명하시오.

6. 스핀 양자수에 대해 설명하고 이것이 파울리 배타 원리에 어떻게 적용되는지 설명하시오.
7. 이온 결합이 어떻게 만들어지는지 설명하고, 이온화 퍼텐셜과 전자 친화도에 대해 설명하시오.
8. 한 이온 쌍에 대한 퍼텐셜 에너지를 거리의 함수로 그리시오. 그림에서 최소점은 무엇을 의미하는가?
9. 두 개의 단위 전하를 지닌 이온에서 거리가  $r_0$ 보다 크면 퍼텐셜  $E_a = -e^2/r$ 을 가지고, 거리가  $r_0$ 보다 작으면 퍼텐셜  $E_r = Ce^2/r^m$ 을 가진다. 거리  $r_0$ 를  $C$ 와  $m$ 으로 표시하시오.
10. 이온 결합은 왜 비방향성인가?
11. 이온 결합 결정은 왜 대개 전기 절연체인지 설명하시오.
12. 화학 결합이 방향성인지 또는 비방향성인지를 원자의 전자 구조에서 어떻게 알 수 있는지 답하시오.

13. 공유 결합을 하기 위한 요건이 무엇인지 답하시오.
14. 어떤 화합물이 주로 공유 결합으로 또는 이온 결합으로 이루어져 있는지는 무엇이 결정하는가?
15. 공유 결합은 왜 방향성을 갖고 있는가? 공유 결합이 비방향성이 될 수 있는가?
16. 혼성화를 설명하시오.
17. 원소가 공유 결합으로 결합이 만들어지면 반도체나 절연체가 된다. 그 이유를 설명하시오.
18. 공유 결합은 궤도 중첩으로 인한 에너지 감소로 만들어진다. 어떤 경우에 가장 안정된 공유 결합이 형성되는가?
19. Cu, Ge, Se 에서 공유 결합 특성이 강한 순서로 배열하시오.
20. 길이 1 nm 의 1 차원 상자 속에 전자 하나가 들어 있다.
  - (a) 이 전자에 대해  $n=1$  에 해당하는 제일 낮은 에너지를 구하시오.
  - (b)  $n=1$  에 해당하는 고유함수를 구하시오.
  - (c) 상자의 중심에 있는 0.01 nm 폭에서 전자의 발견 확률을 구하시오.
  - (d) 상자의 끝에 있는 0.1 nm 폭에서 전자의 발견 확률을 구하시오.

21. 금속 결합이 생기는 이유를 설명하시오.

22. 금속에서 원자 하나로 독립해 있을 때보다 고체 상태에서 원자가전자의 운동 에너지가 더 낮은 이유를 설명하시오.

23. 금속의 전도도, 광택, 불투명도에 대해 설명하시오.

24. 금속 결정에서 방향성을 갖는 결합이 생기는 이유를 설명하시오.

25. 전이 원소는 녹는점이 왜 높은지 설명하시오.

26. 탄소와 납은 모두 4 개의 원자가전자를 지니고 있으나, 탄소는 다이아몬드에서 공유 결합을 하고 납은 금속 결합을 하는 이유를 설명하시오. 이와 같이 공유 결합과 금속 결합으로 다른 결합을 하게 되면 강도와 전도도에 어떤 영향을 주는지 설명하시오.

27. 다이아몬드는 가시광선 영역에서 투명하다. 보론(B) 단결정도 투명한지 답하고 이에 대해 설명하시오.

28. 주 결합과 이차 결합의 차이는 무엇인지 설명하시오.