



현대적 원자 모형과 전자 배치

차례

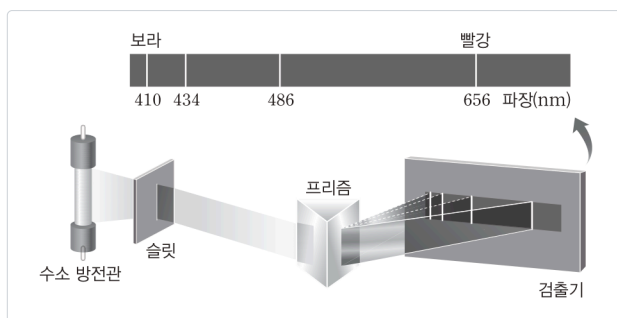
Part 1 · 개념 정리	1
보어의 원자 모형	1
현대적 원자 모형	3
양자수	5
오비탈의 에너지 준위	7
현대적 원자 모형에 따른 전자 배치	8
전자 껍질에 따른 전자 배치	11
이온의 전자 배치	12
Part 2 · 기본문제	14
Part 3 · 심화문제	17
Part 4 · 정답과 해설	23
개념 체크 정답	23
기본문제 해설	24
심화문제 해설	26

Part 1 · 개념 정리

1 보어의 원자 모형

(1) 수소 원자의 선 스펙트럼

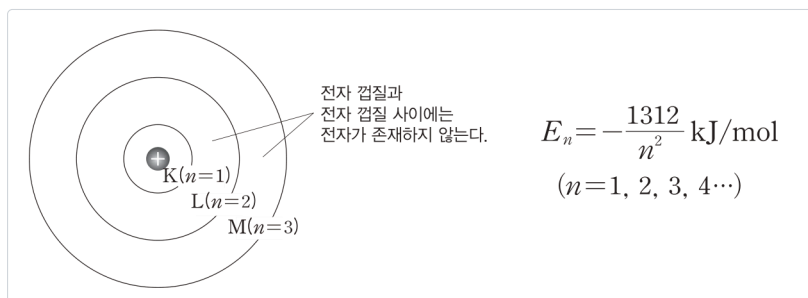
수소 기체를 방전관에 넣고 고전압으로 방전시키면 수소 방전관에서 빛이 방출된다. 이는 전자가 에너지를 흡수하여 에너지가 높은 상태로 되었다가 다시 에너지를 방출하면서 에너지가 낮은 상태로 되면서, 그 차이만큼의 에너지를 빛의 형태로 방출하기 때문이다. 이 빛을 프리즘에 통과시키면 **불연속적인 선 스펙트럼**이 생긴다.



(2) 보어의 원자 모형

① 수소 원자의 불연속적인 선 스펙트럼을 설명하기 위하여 제안된 모형으로, 전자는 원자핵 주위의 일정한 궤도를 따라 원운동하며, 불연속적인 전자의 궤도를 **전자 껍질**이라고 한다. 전자 껍질의 에너지 준위는 불연속적이며, 핵에 가까운 쪽에서부터 $K(n=1)$, $L(n=2)$, $M(n=3)$, $N(n=4)$... 등의 기호를 사용하여 나타낸다. 이때 n 은 **주 양자수**라고 하며, 양의 정수이다.

② 수소 원자에서 전자 껍질의 에너지 준위는 주 양자수 n 에 의해서만 결정된다.



- ③ 원자핵에서 멀어질수록 전자 껍질의 에너지 준위는 높아지며, 인접한 두 전자 껍질 사이의 에너지 간격은 좁아진다. 전자가 원자핵에 가장 가까운 전자 껍질($n = 1$)에 존재하는 상태, 즉 에너지 준위가 가장 낮아서 안정한 상태를 **바닥상태**라고 하고, 전자가 에너지 준위가 높은 전자 껍질($n > 1$)로 전이되어 불안정한 상태를 **들뜬상태**라고 한다.
- ④ 전자는 같은 전자 껍질에서 원운동할 때 에너지를 흡수하거나 방출하지 않는다. 전자가 다른 전자 껍질로 전이될 때 **두 전자 껍질의 에너지 차만큼의 에너지**를 흡수하거나 방출한다.
- ⑤ 빛에너지와 파장은 반비례하므로 전자가 전이할 때 방출하는 에너지가 클수록 빛의 파장은 짧고, 에너지가 작을수록 빛의 파장은 길다.
- ⑥ 전자가 $n = 3, 4, 5, 6$ 인 전자 껍질에서 $n = 2$ 인 전자 껍질로 전이할 때 **가시광선**의 빛이 방출된다.

핵심 정리 보어의 원자 모형은 수소 원자의 불연속적인 선 스펙트럼을 설명하기 위하여 제안된 모형이다. 전자의 에너지 준위가 가장 낮은 안정한 상태를 **바닥상태**라고 하고, 전자가 에너지 준위가 높은 전자 껍질로 전이되어 불안정한 상태를 **들뜬상태**라고 한다.

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

1. 보어의 원자 모형에서 전자의 궤도를 _____ 이라고 한다.
2. 전자의 에너지 준위가 가장 낮아서 안정한 상태를 _____ 라고 한다.
3. 전자가 다른 전자 껍질로 전이될 때 두 전자 껍질의 _____ 차만큼의 에너지를 흡수하거나 방출한다.

2 현대적 원자 모형

(1) 현대적 원자 모형 등장의 배경

- ① **보어 모형의 한계**: 보어 모형은 전자가 1개인 수소 원자의 선 스펙트럼을 잘 설명할 수 있었으나, 전자가 2개 이상인 다전자 원자의 선 스펙트럼을 설명할 수 없었다.
- ② 전자는 질량이 매우 작아 정확한 위치와 운동량(속도)을 동시에 측정할 수 없지만, 파동의 성질을 지니므로 전자가 발견될 확률을 **파동 함수**로 나타낼 수 있다.

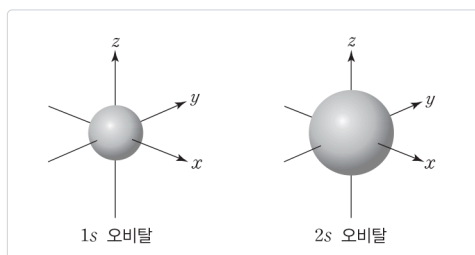
(2) 현대적 원자 모형

- ① **오비탈(궤도 함수)**: 일정한 에너지를 가진 전자가 원자핵 주위에서 발견될 확률을 나타내는 함수이며, 궤도 함수의 모양, 전자의 에너지 상태를 의미하기도 한다.

- 주 양자수(n)와 오비탈의 모양을 의미하는 s, p, d, f 등의 기호를 사용하여 나타낸다.
- 주 양자수에 따른 오비탈의 종류

전자 껍질	K	L		M		
주 양자수(n)	1	2		3		
오비탈의 종류	1s	2s	2p	3s	3p	3d

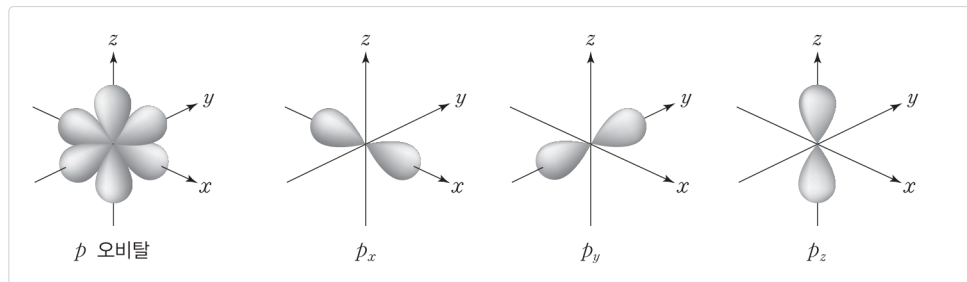
- ② **s 오비탈**: **공 모양(구형)**으로 모든 전자 껍질에 존재하며, 전자가 발견될 확률이 90%인 공간을 경계면으로 나타내면 다음과 같다.



- 핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 전자가 발견될 확률이 같다.
- 1s 오비탈과 2s 오비탈의 모양은 같지만, 같은 원자에서 2s 오비탈이 1s 오비탈보다 크기가 크다.

③ **p 오비탈**: 아령 모양으로 L 전자 껍질($n = 2$)부터 존재한다.

- 방향성이 있어서 핵으로부터의 거리와 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 다르다.
- p 오비탈은 3차원 공간의 각 축 방향으로 분포하며, 한 전자 껍질에 에너지 준위가 같은 p_x, p_y, p_z 오비탈이 존재한다.



④ 오비탈의 표시

예

오비탈의 종류 $\rightarrow$ 오비탈에 들어 있는 전자 수

주 양자수 $\rightarrow$ $2p^1$

주 양자수는 2이고 오비탈의 종류는 p이며, 이 오비탈에 전자가 1개 존재한다.

⑤ 각 전자 껍질의 오비탈 수

전자 껍질	K		L		M			N			
주 양자수(n)	1		2		3			4			
오비탈의 종류	1s		2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f
오비탈 수	1		1	3	1	3	5	1	3	5	7
오비탈 총수(n^2)	1		4		9			16			

핵심 정리 s 오비탈은 핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 전자가 발견될 확률이 같다. p 오비탈은 핵으로부터의 거리와 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 다르다.

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

1. 주 양자수가 2인 L 전자 껍질에는 _____, _____ 오비탈이 있다.
2. 주 양자수가 3인 M 전자 껍질에는 _____, _____, _____ 오비탈이 있다.
3. s 오비탈의 모양은 _____ 이다.

3 양자수

현대의 원자 모형은 오비탈의 에너지와 크기, 모양 등을 나타내기 위해 **양자수**라는 개념을 도입하였으며, 주 양자수, 방위(부) 양자수, 자기 양자수, 스핀 자기 양자수가 있다.

(1) 주 양자수(n)

- ① 오비탈의 **에너지와 크기**를 결정하는 양자수이다.
- ② 보어 원자 모형에서 전자 껍질을 나타낸다.
- ③ $n = 1, 2, 3, 4 \cdots$ 등의 양의 정숫값을 갖는다.
- ④ 수소 원자에서 주 양자수가 증가할수록 오비탈의 크기는 커지고 에너지 준위는 높아진다.

주 양자수(n)	1	2	3	4
전자 껍질	K	L	M	N
에너지 준위	$K < L < M < N$			

(2) 방위(부) 양자수(l)

- ① 오비탈의 **모양**을 결정하는 양자수이다.
- ② 주 양자수가 n 일 때 방위(부) 양자수는 $0 \leq l \leq n - 1$ 의 정숫값을 갖는다.

예 주 양자수가 1일 때 방위(부) 양자수는 0이다.

주 양자수가 2일 때 방위(부) 양자수는 0, 1이다.

주 양자수가 3일 때 방위(부) 양자수는 0, 1, 2이다.

- ③ 주 양자수에 따른 방위(부) 양자수와 오비탈의 종류

주 양자수(n)	1	2		3		
방위(부) 양자수(l)	0	0	1	0	1	2
오비탈의 종류	1s	2s	2p	3s	3p	3d

- ④ 다전자 원자에서는 주 양자수가 같을 때 방위(부) 양자수가 클수록 오비탈의 에너지 준위가 높다.

(3) 자기 양자수(m_l)

① 오비탈의 **공간적인 방향**을 결정하는 양자수이다.

② 방위(부) 양자수가 l 일 때 자기 양자수는 $-l \leq m_l \leq l$ 의 정숫값을 갖는다.

예 방위(부) 양자수(l)가 1일 때 자기 양자수(m_l)는 $-1, 0, 1$ 이고, 이는 방위(부) 양자수가 1인 오비탈이 3개임을 의미한다.

③ 주 양자수가 n 일 때, 방위(부) 양자수가 l 인 오비탈 수는 $(2l + 1)$ 이고, 각각 방향은 다르지만 에너지 준위는 같다.

④ 양자수에 따른 오비탈의 종류와 수

주 양자수(n)	1	2		3		
방위(부) 양자수(l)	0	0	1	0	1	2
자기 양자수(m_l)	0	0	$-1, 0, 1$	0	$-1, 0, 1$	$-2, -1, 0, 1, 2$
오비탈의 종류	$1s$	$2s$	$2p$	$3s$	$3p$	$3d$
오비탈 수	1	1	3	1	3	5
주 양자수에 따른 오비탈의 총수(n^2)	1	4		9		

핵심 정리 오비탈을 구분하기 위한 오비탈의 에너지, 크기, 모양 등을 나타내는 요소들을 **양자수**라고 한다. **주 양자수**는 오비탈의 에너지와 크기를, **방위(부) 양자수**는 오비탈의 모양을, **자기 양자수**는 오비탈의 공간적인 방향을 결정한다.

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

1. 주 양자수가 2인 전자 껍질에는 _____ 개의 오비탈이 존재한다.
2. 주 양자수가 2일 때, 방위(부) 양자수는 _____, _____ 이다.
3. s 오비탈은 방위(부) 양자수가 _____ 이고, p 오비탈은 방위(부) 양자수가 _____ 이다.

(4) 스핀 자기 양자수(m_s)

① 외부에서 자기장을 걸어 주었을 때, 전자의 자기 상태가 서로 반대 방향으로 나누어지는 것과 관련된 양자수이다.

② 스핀 자기 양자수는 $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ 의 2가지가 가능하며 스핀 자기 양자수가 다른 전자는 $\uparrow, \downarrow$ 와 같이 서로 반대 방향의 화살표를 사용하여 표시한다.

핵심 정리 스핀 자기 양자수는 외부에서 자기장을 걸어 주었을 때, 전자의 자기 상태가 서로 반대 방향으로 나누어지는 것과 관련된 양자수이다.

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

1. 스핀 자기 양자수는 _____, _____ 의 2가지가 가능하다.

4 오비탈의 에너지 준위

오비탈의 에너지 준위는 전자가 1개인 수소 원자와 전자가 2개 이상인 다전자 원자에서 서로 다르다.

(1) 수소 원자

- ① 전자가 1개인 수소 원자의 경우 오비탈의 에너지 준위는 오비탈의 종류에 관계없이 **주 양자수에 의해서만** 결정된다.
- ② 주 양자수가 커질수록 원자핵에서 전자가 멀어지므로 원자핵과의 인력이 약해져 에너지 준위가 높아진다.

수소 원자에서 오비탈의 에너지 준위 : $1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < \dots$

(2) 다전자 원자

전자가 2개 이상인 원자의 경우 오비탈의 에너지 준위는 주 양자수뿐만 아니라 **오비탈의 종류**에 따라서도 달라진다. 즉, 주 양자수가 같아도 s, p, d, f 순으로 에너지 준위가 높아진다.

다전자 원자에서 오비탈의 에너지 준위 : $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < \dots$

핵심 정리 전자가 1개인 수소 원자의 경우 오비탈의 에너지 준위는 오비탈의 종류에 관계없이 주 양자수에 의해서만 결정된다. 다전자 원자에서는 주 양자수뿐만 아니라 오비탈의 종류에 따라서도 에너지 준위가 달라진다.

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

1. 수소 원자에서 $2s$ 오비탈의 에너지 준위는 $1s$ 오비탈의 에너지 준위보다 높다. ()
2. 다전자 원자에서 $3s$ 오비탈의 에너지 준위는 $3p$ 오비탈의 에너지 준위보다 높다. ()
3. 다전자 원자에서 $4s$ 오비탈의 에너지 준위는 $3d$ 오비탈의 에너지 준위보다 높다. ()

5 현대적 원자 모형에 따른 전자 배치

(1) 쌓음 원리

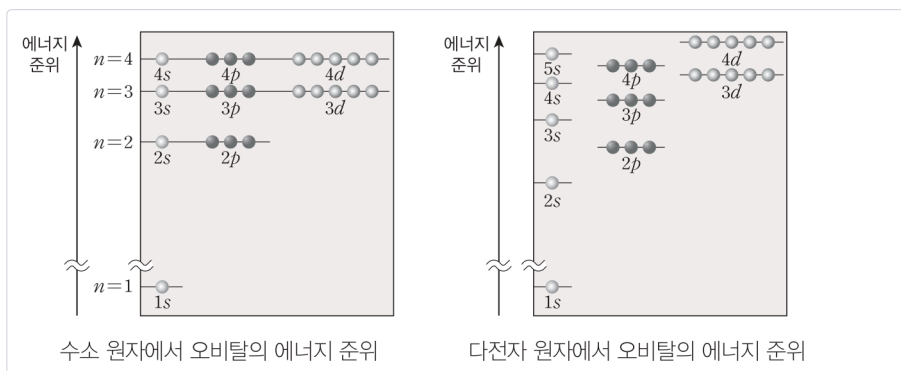
전자는 **에너지 준위가 낮은 오비탈부터** 순서대로 채워진다.

① 전자가 1개인 수소 원자의 경우 오비탈의 에너지 준위는 오비탈의 종류에 관계없이 주 양자수에 의해서만 결정된다.

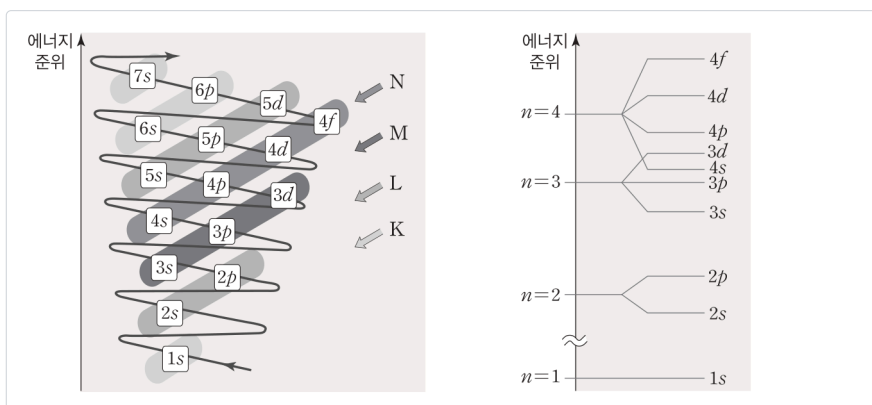
$$1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < \dots$$

② 전자가 2개 이상인 다전자 원자의 경우에는 주 양자수뿐만 아니라 오비탈의 종류에 따라서도 에너지 준위가 달라진다.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < \dots$$



③ 다전자 원자의 전자 배치 순서



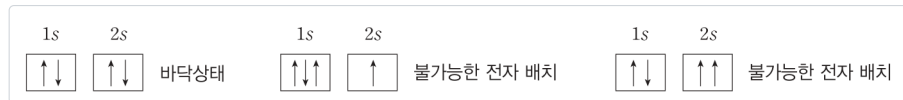
핵심 정리 쌓음 원리에 의하면 전자는 에너지 준위가 낮은 오비탈부터 순서대로 채워진다.

(2) 파울리 배타 원리

1개의 오비탈에는 전자가 **최대 2개**까지 채워지며, 이 두 전자는 **서로 다른 스핀 자기 양자수**를 갖는다.

- ① 1개의 오비탈에는 스핀 자기 양자수가 같은 전자가 존재할 수 없으며, 스핀 자기 양자수가 다른 2개의 전자가 쌍을 이루면서 함께 존재할 수 있다.
- ② 1개의 오비탈에 3개 이상의 전자가 들어가거나 스핀 자기 양자수가 같은 2개의 전자가 들어가는 것은 파울리 배타 원리를 만족하지 않는 전자 배치로, **불가능한 전자 배치**이다.

예 베릴륨(Be)의 전자 배치



Be의 2s 오비탈에 배치된 전자 2개는 주 양자수가 각각 2, 방위(부) 양자수는 각각 0, 자기 양자수는 각각 0으로 같지만, 스핀 자기 양자수는 각각 $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$ 로 다르다. 따라서 두 전자의 (주 양자수, 방위(부) 양자수, 자기 양자수, 스핀 자기 양자수)를 나타내면 각각 $(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$, $(2, 0, 0, -\frac{1}{2})$ 이다.

핵심 정리 파울리 배타 원리에 의하면 1개의 오비탈에는 전자가 최대 2개까지 채워지며, 이 두 전자는 서로 다른 스핀 자기 양자수를 갖는다.

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

1. 1개의 오비탈에는 전자가 최대 _____ 개까지 채워지며, 이 두 전자는 서로 다른 스핀 자기 양자수(m_s)를 갖는다.

(3) 훈트 규칙

에너지 준위가 같은 오비탈이 여러 개 있을 때 쌍을 이루지 않는 전자(**홀전자**) 수가 최대가 되도록 전자가 배치된다.

- ① p 오비탈처럼 에너지 준위가 같은 오비탈이 여러 개 있을 때 각 오비탈에 전자가 먼저 1개씩 배치된 후, 다음 전자가 쌍을 이루면서 배치된다.
- ② 전자들이 1개의 오비탈에 쌍을 이루어 들어가는 것보다 에너지 준위가 같은 여러 개의 오비탈에 1개씩 들어가는 것이 전자 간의 반발력이 작아서 더 안정하다.

예 탄소(C)의 전자 배치: $2p$ 오비탈에 있는 전자가 2개이므로 홀전자 수가 2인 (나)가 (가)보다 안정하다. (나)가 안정한 바닥상태 전자 배치이고, (가)는 (나)보다 불안정한 들뜬상태 전자 배치이다.

	1s	2s	2p	홀전자 수	상태
(가)	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	0	들뜬상태(불안정)
(나)	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow$	2	바닥상태(안정)

(나)의 $2p$ 오비탈에 홀전자가 2개 배치된 것을 **홀전자**로 표시함

(4) 바닥상태와 들뜬상태

- ① **바닥상태** 전자 배치는 쌍을 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족한다.
- ② **들뜬상태** 전자 배치는 파울리 배타 원리를 반드시 만족해야 하지만 쌍을 원리 또는 훈트 규칙을 만족하지 않는다.

☐ 질소(N)의 전자 배치(전자 7개)

1s	2s	2p	3s	
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow\uparrow$		→ 바닥상태
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow$		→ 들뜬상태 → 훈트 규칙을 만족하지 않는다.
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow$		→ 들뜬상태
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow$	$\uparrow$	→ 들뜬상태 → 쌍을 원리를 만족하지 않는다.

핵심 정리 바닥상태 전자 배치는 쌍을 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 모두 만족한다. **훈트 규칙**에 의하면 p 오비탈처럼 에너지 준위가 같은 오비탈이 여러 개 있을 때는 각 오비탈에 전자가 먼저 1개씩 배치된 후, 다음 전자가 쌍을 이루며 배치된다.

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

1. 훈트 규칙에 의하면 에너지 준위가 같은 오비탈이 여러 개 있을 때는 _____ 수가 최대가 되도록 전자가 배치된다.
2. $\begin{array}{c} 1s \quad 2s \quad 2p \\ \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow\uparrow \end{array}$ 의 바닥상태 전자 배치를 갖는 원자의 홀전자 수는 _____ 이다.
3. $\begin{array}{c} 1s \quad 2s \quad 2p \\ \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \end{array}$ 의 전자 배치는 _____ 규칙을 만족하지 않으므로 들뜬상태이다.

6 전자 껍질에 따른 전자 배치

(1) 전자 껍질과 전자 배치

① 수소 원자에서 전자 껍질의 에너지 준위는 주 양자수(n)가 커질수록 높아진다.

$$K < L < M < N < \dots$$

② 각 전자 껍질에는 **최대 $2n^2$ 개의** 전자가 채워질 수 있다. 각 전자 껍질에는 n^2 개의 오비탈이 존재하며, 1개의 오비탈에는 최대 2개의 전자가 채워지기 때문이다.

전자 껍질	K($n=1$)	L($n=2$)	M($n=3$)
최대 수용 전자 수($2n^2$)	2	8	18

③ 원자 번호가 1~20인 원자의 바닥상태 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수는 **8을 넘지 못한다**. $3p$ 오비탈에 전자가 채워지고 나면, $3d$ 오비탈에 전자가 배치되기 전에 바깥 전자 껍질의 $4s$ 오비탈에 전자가 먼저 배치되기 때문이다.

원소	전자 배치	가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자 수
Ar	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	8
K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	1
Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	2

(2) 원자가 전자

① 바닥상태 전자 배치에서 화학 결합에 관여하는 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자로 원소의 **화학적 성질**을 결정한다.

② 원자가 전자 수가 같은 원소는 화학적 성질이 비슷하다.

원소	전자 배치	원자가 전자 수	원소	전자 배치	원자가 전자 수
Li	K(2)L(1)	1	F	K(2)L(7)	7
Na	K(2)L(8)M(1)	1	Cl	K(2)L(8)M(7)	7

핵심 정리 바닥상태 전자 배치에서 화학 결합에 관여하는 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자를 **원자가 전자**라고 한다.

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

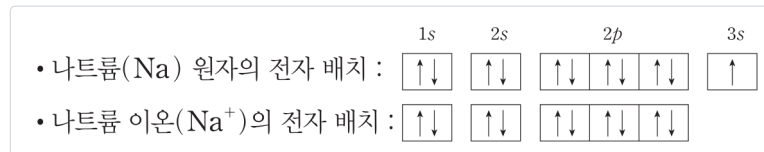
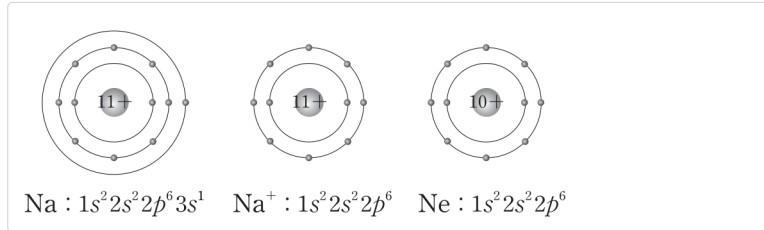
- 주 양자수가 n 인 전자 껍질에는 최대 _____ 개의 전자가 채워질 수 있다.
- 원자 번호가 1~20인 원자의 바닥상태 전자 배치에서 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수는 _____ 을 넘지 못한다.

7 이온의 전자 배치

(1) 양이온의 전자 배치

원자가 가장 바깥 전자 껍질의 전자를 모두 잃고 **양이온**이 되면 전자 배치가 **비활성 기체**의 전자 배치와 같아진다.

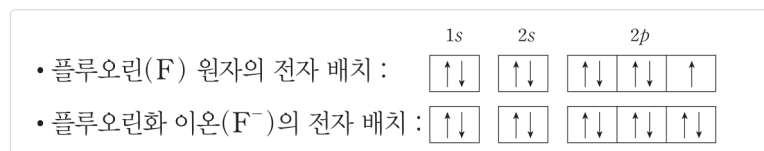
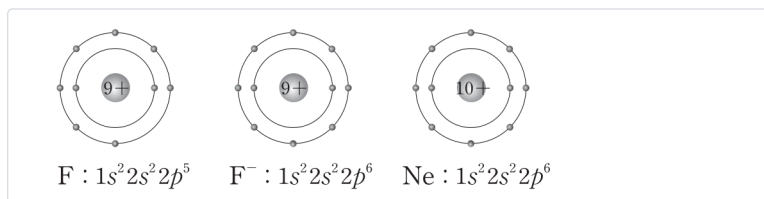
예 나트륨 원자가 전자를 1개 잃어 양이온이 되면 전자 배치가 네온의 전자 배치와 같아진다.



(2) 음이온의 전자 배치

원자가 전자를 얻어 가장 바깥 전자 껍질의 전자가 8개인 **음이온**이 되면 전자 배치가 **비활성 기체**의 전자 배치와 같아진다.

예 플루오린 원자가 전자를 1개 얻어 음이온이 되면 전자 배치가 네온의 전자 배치와 같아진다.



핵심 정리 원자가 **양이온**이 될 때 가장 바깥 전자 껍질에 들어 있는 전자를 잃는다. 원자가 **음이온**이 될 때 가장 바깥 전자 껍질에 전자가 채워진다.

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

- 원자가 _____ 를 잃으면 양이온이 된다.
- 플루오린(F) 원자가 안정한 음이온이 되면 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수가 _____ 인 네온(Ne)과 전자 배치가 같아진다.

탐구자료 살펴보기		원자의 바닥상태 전자 배치									
원자 번호	전자 껍질	K	L			M			N	전자 배치	홀전자 수
		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s			
1	H	↑								1s ¹	1
2	He	↑↓								1s ²	0
3	Li	↑↓	↑							1s ² 2s ¹	1
4	Be	↑↓	↑↓							1s ² 2s ²	0
5	B	↑↓	↑↓	↑						1s ² 2s ² 2p ¹	1
6	C	↑↓	↑↓	↑	↑					1s ² 2s ² 2p ²	2
7	N	↑↓	↑↓	↑	↑	↑				1s ² 2s ² 2p ³	3
8	O	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑				1s ² 2s ² 2p ⁴	2
9	F	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑				1s ² 2s ² 2p ⁵	1
10	Ne	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓				1s ² 2s ² 2p ⁶	0
11	Na	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑			1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹	1
12	Mg	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓			1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²	0
13	Al	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑			1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹	1
14	Si	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²	2
15	P	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³	3
16	S	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴	2
17	Cl	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	1
18	Ar	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓		1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶	0
19	K	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹	1
20	Ca	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ²	0

• 쌓음 원리 : 전자는 에너지 준위가 낮은 오비탈부터 차례대로 채워진다.

• 파울리 배타 원리 : 각 오비탈에 스핀 자기 양자수가 다른 2개의 전자가 쌓을 이루며 채워질 수 있다.

• 훈트 규칙 : 에너지 준위가 같은 오비탈에 전자가 채워질 때 홀전자 수가 최대가 되도록 전자가 배치된다.

• 바닥상태는 전자 배치 원리와 규칙을 모두 만족하도록 전자가 채워진, 에너지가 가장 낮은 안정한 상태이다.

• 들뜬상태는 쌓음 원리 또는 훈트 규칙을 만족하지 않는 상태로 바닥상태보다 불안정한 상태이다.

• 파울리 배타 원리를 만족하지 않는 전자 배치는 불가능한 전자 배치이다.

탐구자료 살펴보기 — 원자의 바닥상태 전자 배치

핵심 정리 바닥상태는 전자 배치 원리와 규칙을 모두 만족하는 가장 안정한 상태이다. 들뜬상태는 쌓음 원리 또는 훈트 규칙을 만족하지 않는 불안정한 상태이다.

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

1. 나트륨(Na) 원자의 바닥상태 전자 배치는 _____ 이다.
2. 황(S) 원자는 바닥상태에서 홀전자 수가 _____ 이다.
3. 바닥상태의 탄소(C), 질소(N), 산소(O) 원자 중 홀전자 수가 가장 큰 것은 _____ 이다.

Part 2 · 기본문제

12문항 · 정답과 해설은 Part 4.

01 다음은 현대적 원자 모형에 따른 전자 배치에 대한 자료이다.

(가)에 따르면 1개의 오비탈에 서로 다른 (나)를 갖는 전자가 최대 2개까지 채워진다.

다음 중 (가)와 (나)로 가장 적절한 것은?

- | | (가) | (나) |
|---|-----------|-----------|
| ① | 쌍음 원리 | 주 양자수 |
| ② | 훈트 규칙 | 방위(부) 양자수 |
| ③ | 훈트 규칙 | 스핀 자기 양자수 |
| ④ | 파울리 배타 원리 | 방위(부) 양자수 |
| ⑤ | 파울리 배타 원리 | 스핀 자기 양자수 |

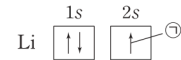
02 다음은 바닥상태 원자 X의 전자 배치에 대한 자료이다. X의 원자 번호는 8~12 중 하나이고, n 은 주 양자수, m_l 은 자기 양자수이다.

○ $\frac{n+m_l=3\text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{n+m_l=2\text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}} = \frac{3}{4}$ 이다.

다음 중 바닥상태 원자 X의 전자 배치로 가장 적절한 것은? (단, X는 임의의 원소 기호이다.)

- | | 1s | 2s | 2p | 3s |
|---|----------------------|----------------------|--|----------------------|
| ① | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$ | $\square$ |
| ② | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ | $\square$ |
| ③ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$ | $\square$ |
| ④ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$ | $\uparrow$ |
| ⑤ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$ | $\uparrow\downarrow$ |

03 그림은 바닥상태 리튬(Li) 원자의 전자 배치를 나타낸 것이다. ㉠은 Li 원자의 원자가 전자이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이며, m_s 는 스핀 자기 양자수이다.



바닥상태 산소(O) 원자에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 홀전자 수는 Li 원자의 2배이다.
- ㄴ. 원자가 전자 중 ㉠보다 $n-l$ 가 큰 전자가 존재한다.
- ㄷ. $2p$ 오비탈에 ㉠과 m_s 가 서로 다른 전자가 들어 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 다음은 ㉠, ㉡에 대한 설명과 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 Ne, Na, Al을 순서 없이 나타낸 것이고, m_s 는 스핀 자기 양자수이다.

- ㉠ : $m_s = +\frac{1}{2}$ 인 전자 수, ㉡ : $m_s = -\frac{1}{2}$ 인 전자 수
- p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $X > Y$ 이다.
- $|㉠ - ㉡|$ 은 $Y > Z$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X는 Al이다.
- ㄴ. Z의 홀전자 수는 0이다.
- ㄷ. $\frac{p\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 $Y > Z$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 다음은 바닥상태 붕소(B), 탄소(C), 질소(N) 원자의 전자 배치에 대한 자료이다. n 은 주 양자수, m_l 은 자기 양자수이다.

- 전자가 들어 있는 오비탈의 m_l 합은 B, C, N가 모두 a 로 같다.
- C에서 $n + m_l = 2$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 b 이다.

$a + b$ 는?

- ① 1 ② 2 ③ 3
④ 4 ⑤ 5

06 다음은 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 Be, O, Ne를 순서 없이 나타낸 것이다.

- $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ 는 X와 Y가 같다.
- $\frac{Z \text{의 양성자수}}{X \text{의 양성자수}} = 2$ 이다.

X~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 원자 번호는 Y가 가장 크다.
- ㄴ. X에서 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 4이다.
- ㄷ. Z의 홀전자 수는 0이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

07 다음은 3주기 바닥상태 원자 X에 대한 자료이다. n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이다.

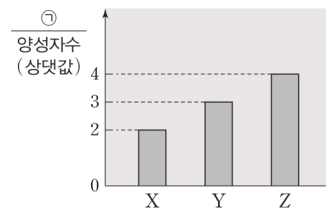
- 전자가 들어 있는 오비탈 수는 a 이다.
- $\frac{n+l}{n-l} > 1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 8이다.

$\frac{a}{X \text{의 양성자수}}$ 는? (단, X는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{7}{13}$ ③ $\frac{9}{16}$ ④ $\frac{4}{7}$ ⑤ $\frac{3}{5}$

08 다음은 ㉠에 대한 설명과 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 각각 O, Ne, Mg, Si, P 중 하나이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이다.

- ㉠ : $n - l = 2$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수
- X~Z의 $\frac{\text{㉠}}{\text{양성자수}}$



X~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 모두 같다.
- ㄴ. 원자가 전자 수는 Y가 가장 크다.
- ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 $X > Z$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

09 다음은 2주기 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 각각 B, C, N, O, Ne 중 하나이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수, m_l 는 스핀 자기 양자수이다.

- $\frac{p}{s}$ 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비는 $X : Y : Z = 1 : 2 : 3$ 이다.
- 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 $Z > X$ 이다.

X~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. Z는 모든 전자의 m_s 의 합이 0이다.
- ㄴ. 홀전자 수는 X와 Y가 같다.
- ㄷ. $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수 비는 $Y : Z = 2 : 3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 다음은 바닥상태 알루미늄(Al) 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수, m_l 은 자기 양자수이고, (가)~(다)는 모두 $n > 1$ 이다.

- m_l 는 (가) > (나) > (다)이다.
- $n-l$ 는 (나) = (다) > (가)이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 에너지 준위는 (가) > (나)이다.
- ㄴ. $l+m_l$ 는 (나)와 (다)가 같다.
- ㄷ. (다)에 들어 있는 전자 수는 2이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 표는 3주기 바닥상태 원자 X와 Y의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈에 대한 자료이다.

원자	X	Y
$n+l=4$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수	x	3
$n-l=2$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수	3	y

$\frac{y}{x}$ 는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

12 다음은 ⑦, ㉠에 대한 설명과 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 각각 N, O, F, Na, Mg, Al 중 하나이고, l 은 방위(부) 양자수이다.

- ⑦ : $l=1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수
- ㉠ : 바닥상태 Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 전자 배치에서 $l=1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수
- X~Z에 대한 자료

원자	X	Y	Z
홀전자 수	x	0	
⑦-㉠	1	y	-2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $x+y=2$ 이다.
- ㄴ. X와 Y는 같은 주기 원소이다.
- ㄷ. $l=0$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 X와 Z가 같다.

- 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 다음은 탄소(C) 원자의 전자 배치에 대한 교사와 학생의 대화이다.

○ 교사 : 여기 C 원자의 전자 배치가 있어요.

(가)

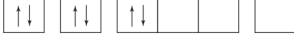
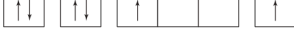
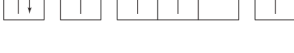
이 전자 배치는 바닥상태인가요?

○ 학생 : 아니요. 쌍음 원리와 파울리 배타 원리는 만족하지만 훈트 규칙을 만족하지 않으니 바닥상태가 아닙니다.

○ 교사 : 정확히 맞혔어요. 잘 했습니다.

다음 중 (가)로 가장 적절한 것은?

- ① $1s$ $2s$ $2p$ $3s$

- ② 
- ③ 
- ④ 
- ⑤ 

02 표는 바닥상태 인(P) 원자의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈 (가)~(라)에 대한 자료이다. n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수, m_l 은 자기 양자수이다. 에너지 준위는 (가) > (나)이다.

오비탈	(가)	(나)	(다)	(라)
$n+l+m_l$	3	3	3	5
오비탈에 들어 있는 전자 수	a	a	b	b

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

ㄱ. $a > b$ 이다.

ㄴ. n 은 (나)와 (라)가 같다.

ㄷ. m_l 은 (가) > (다)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 다음은 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다. W~Z는 B, F, Na, Al을 순서 없이 나타낸 것이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이다.

- 전자가 1개 들어 있는 오비탈 수
전자가 2개 들어 있는 오비탈 수 는 $W > X > Z$ 이다.
- 홀전자가 들어 있는 오비탈의 $\frac{l}{n}$ 는 $W > Y > Z$ 이다.

W~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 홀전자 수는 모두 같다.
- ㄴ. W는 3주기 원소이다.
- ㄷ. $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 X가 W의 7배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

04 다음은 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 각각 Li, Be, B, C 중 하나이다.

- X~Z의 $\frac{\text{원자가 전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$

원자	X	Y	Z
$\frac{\text{원자가 전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ (상댓값)	1	2	2

- 홀전자 수는 $X = Y > Z$ 이다.

X~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. 원자 번호는 Y가 가장 크다.
- ㄴ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 X와 Z가 같다.
- ㄷ. p 오비탈에 전자가 들어 있는 것은 1가지이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 다음은 바닥상태 원자 $X \sim Z$ 에 대한 자료이다. $X \sim Z$ 는 각각 B, O, F, Mg 중 하나이고, n 은 주양자수, l 은 방위(부)양자수이다.

- $\frac{X \text{의 홀전자 수}}{Y \text{의 홀전자 수}} = 2$ 이다.
- $\frac{Z \text{에서 } n-l=a \text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{Y \text{에서 } n-l=a \text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}} = \frac{8}{3}$ 이다.

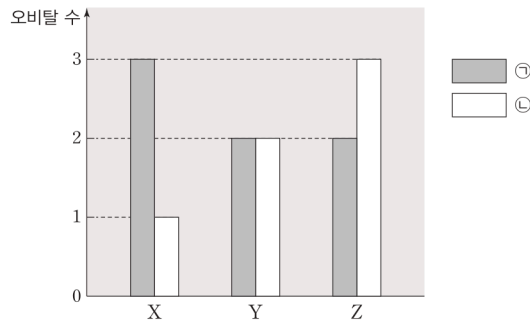
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. $a=1$ 이다.
- ㄴ. X에서 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 3이다.
- ㄷ. Z는 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 8이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림은 바닥상태 원자 $X \sim Z$ 의 오비탈 수를 나타낸 것이다. ㉠과 ㉡은 전자가 2개 들어 있는 s 오비탈 수와 전자가 1개 들어 있는 p 오비탈 수를 순서 없이 나타낸 것이고, $X \sim Z$ 는 N, O, Al을 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. ㉠은 전자가 2개 들어 있는 s 오비탈 수이다.
- ㄴ. X는 O이다.
- ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 p 오비탈 수는 $Z > Y$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 다음은 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 각각 Li, Be, C, Mg 중 하나이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이다.

- $\frac{\text{원자가 전자 수}}{n-l>1\text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 의 비는 $X : Y : Z = 1 : 2 : 4$ 이다.
- 홀전자 수는 $Y > X$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X와 Y는 같은 주기 원소이다.
- ㄴ. Y에서 홀전자가 들어 있는 오비탈의 $n-l > 1$ 이다.
- ㄷ. Z의 $\frac{l=1\text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{l=0\text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}} = 1$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

08 다음은 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다. X~Z는 Al, Si, S를 순서 없이 나타낸 것이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수, m_l 은 자기 양자수이다.

- 원자 번호는 $X > Y$ 이다.
- $l + m_l = 1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $Z > Y > X$ 이다.

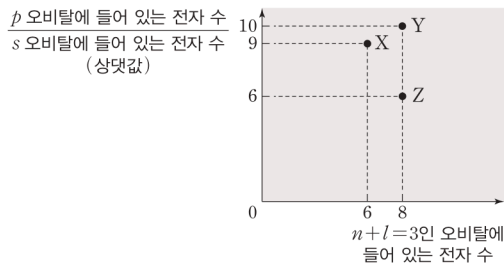
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. Z는 S이다.
- ㄴ. Y에서 전자가 들어 있는 오비탈 수는 7이다.
- ㄷ. $n + m_l = 1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 Y와 Z가 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 그림은 바닥상태 원자 $X \sim Z$ 의 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 와 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수를 나타낸 것이다. $X \sim Z$ 의 원자 번호는 각각 9~18 중 하나이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $X \sim Z$ 는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 X 와 Z 가 같다.
- ㄴ. 홀전자 수는 $Y > X$ 이다.
- ㄷ. $X \sim Z$ 중 $n+l=4$ 인 오비탈에 전자가 들어 있는 것은 1가지이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

10 표는 바닥상태 원자 $X \sim Z$ 에서 전자가 들어 있는 오비탈에 대한 자료이다. $X \sim Z$ 의 원자 번호는 각각 10~20 중 하나이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이다.

원자	X	Y	Z
$n+l=a-1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수	x		
$n+l=a$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수	$3x$		z
$n+l=a+1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수		$3x$	z

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $X \sim Z$ 는 임의의 원소 기호이다.)

◀ 보기 ▶

- ㄱ. X 와 Y 는 같은 족 원소이다.
- ㄴ. $a \times \frac{z}{x} = 8$ 이다.
- ㄷ. $\frac{X \text{에서 전자가 들어 있는 오비탈 수}}{Z \text{에서 전자가 들어 있는 오비탈 수}} = \frac{1}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 다음은 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 $2s$, $2p$, $3p$ 를 순서 없이 나타낸 것이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수, m_l 은 자기 양자수이다.

- $n + m_l$ 는 (가)=(나)>(다)이다.
- $l + m_l$ 는 (나)>(가)이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. m_l 는 (나)>(다)이다.
- ㄴ. 규소(Si) 원자에서 에너지 준위는 (나)>(가)이다.
- ㄷ. (나)의 $\frac{n+l}{n+m_l}=3$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

12 다음은 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다. W~Z는 Mg, Si, P, S를 순서 없이 나타낸 것이고, n 은 주 양자수, m_l 은 자기 양자수이다.

- $n + m_l = 2$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $W > X = Y > Z$ 이다.
- $n + m_l = 3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $X > Y$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

◀ 보기 ▶

- ㄱ. W는 S이다.
- ㄴ. Y는 $m_l = 0$ 인 $3p$ 오비탈에 전자가 들어 있다.
- ㄷ. $n + m_l = 3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $W > Z$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Part 4 · 정답과 해설

1 개념 체크 정답

A	1. 전자 껍질	2. 바닥상태	3. 에너지
B	1. $2s, 2p$	2. $3s, 3p, 3d$	3. 공 모양(구형)
C	1. 4	2. 0, 1	3. 0, 1
D	1. $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$		
E	1. ○	2. ×	3. ×
F	1. 2		
G	1. 홀전자	2. 2	3. 훈트
H	1. $2n^2$	2. 8	
I	1. 전자	2. 8	
J	1. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	2. 2	3. 질소(N)

2 기본문제 해설

정답

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

01 원자의 전자 배치

파울리 배타 원리에 따르면 1개의 오비탈에 서로 다른 스핀 자기 양자수를 갖는 전자가 최대 2개까지 채워진다. 따라서 '파울리 배타 원리'와 '스핀 자기 양자수'는 각각 (가)와 (나)로 적절하다.

02 바닥상태 원자의 전자 배치와 양자수

원자 번호가 8~12인 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 중 $n+m_l=2$ 인 것은 $2s$ 와 $m_l=0$ 인 $2p$ 이고, $n+m_l=3$ 인 것은 $m_l=+1$ 인 $2p$ 와 $3s$ 이다. 원자 번호가 8~12인 원자는 바닥상태 전자 배치에서 모두 $2s$ 오비탈에 전자 2개가 들어 있으므로 바닥상태 원자 X의 전자 배치에서

$\frac{n+m_l=3\text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{n+m_l=2\text{인 오비탈에 들어 있는 전자 수}} = \frac{3}{4}$ 인 경우는 $2s$ 오비탈과 $m_l=0$ 인 $2p$ 오비탈에 각각 전자가 2개씩 들어 있고, $m_l=+1$ 인 $2p$ 오비탈에 전자 2개, $3s$ 오비탈에 전자가 1개 들어 있는 전자 배치이다. 따라서 바닥상태 원자 X의 전자 배치로 적절한 것은 ④이다.

03 바닥상태 원자의 전자 배치와 양자수

바닥상태 O 원자의 전자 배치는 다음과 같다.



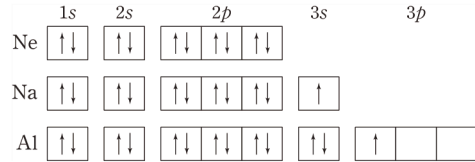
㉠. 홀전자 수는 Li와 O가 각각 1, 2이므로 홀전자 수는 바닥상태 O 원자의 전자 배치에서가 바닥상태 Li 원자의 전자 배치에서의 2배이다.

㉡. $n-l$ 는 $1s$, $2s$, $2p$ 오비탈이 각각 1, 2, 1이고, ㉠의 $n-l=2$ 이므로 바닥상태 O 원자의 전자 배치에서 ㉠보다 $n-l$ 가 큰 전자는 존재하지 않는다.

㉢. $2p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수는 4이므로 파울리 배타 원리에 의해 ㉠과 m_s 가 서로 다른 전자가 들어 있다.

04 바닥상태 원자의 전자 배치와 스핀 자기 양자수

3가지 원자의 바닥상태 전자 배치는 다음과 같다.



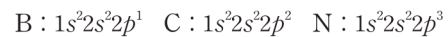
㉠. p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 Ne, Na, Al이 각각 6, 6, 7이므로 X는 Al이다.

㉡. Ne와 Na의 홀전자 수는 각각 0, 1이므로 $|\text{㉠}-\text{㉡}|$ 은 Ne, Na이 각각 0, 1이다. 따라서 Y는 Na, Z는 Ne이고, Z는 홀전자 수가 0이다.

㉢. $\frac{p\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 Y(Na), Z(Ne)가 각각 $\frac{6}{5}$, $\frac{6}{4}$ 이므로 $Z > Y$ 이다.

05 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

3가지 원자의 전자 배치는 다음과 같다.



m_l 는 $1s$, $2s$ 오비탈이 모두 0이고, $2p$ 오비탈은 $-1, 0, +1$ 이다. 전자가 들어 있는 오비탈의 m_l 합은 B, C, N가 모두 a 로 같은데, 바닥상태 N 원자의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈의 m_l 합은 0이므로 $a=0$ 이고, B 원자는 $m_l=0$ 인 $2p$ 오비탈에 전자가 1개 들어 있으며, C 원자는 $m_l=-1$ 인 $2p$ 오비탈과 $m_l=+1$ 인 $2p$ 오비탈에 전자가 각각 1개씩 들어 있다. C에서 $n+m_l=2$ 인 오비탈은 $2s$ 와 $m_l=0$ 인 $2p$ 이므로 $b=2$ 이다. 따라서 $a+b=2$ 이다.

06 바닥상태 원자의 전자 배치

바닥상태에서 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ 는 Be, O, Ne이 각각 $0, \frac{2}{5}, 0$ 이므로 X와 Y는 각각 Be와 Ne 중 하나이다. Be, O,

Ne의 양성자수는 각각 4, 8, 10이고, $\frac{Z\text{의 양성자수}}{X\text{의 양성자수}} = 2$ 이므로 X가 Be, Y는 Ne, Z는 O이다.

㉠. 원자 번호는 Y(Ne)가 가장 크다.

㉡. 바닥상태 X(Be)의 전자 배치는 $1s^2 2s^2$ 이므로 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 2이다.

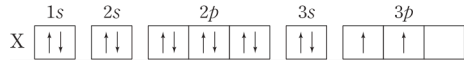
㉢. Z(O)의 홀전자 수는 2이다.

07 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

3주기 바닥상태 원자에서 전자가 들어갈 수 있는 오비탈의 $\frac{n+l}{n-l}$ 는 표와 같다.

오비탈	1s	2s	2p	3s	3p
$\frac{n+l}{n-l}$	1	1	3	1	2

$\frac{n+l}{n-l} > 1$ 인 오비탈은 $2p$ 와 $3p$ 이고, $\frac{n+l}{n-l} > 1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 8이므로 바닥상태 X 원자의 전자 배치는 다음과 같다.



따라서 X의 양성자수는 14, $a=8$ 이므로 $\frac{a}{X \text{의 양성자수}} = \frac{4}{7}$ 이다.

08 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

바닥상태 2, 3주기 원자에서 전자가 들어갈 수 있는 오비탈 중 $n-l=2$ 인 오비탈은 $2s$ 와 $3p$ 이고, 제시된 원자들의 전자 배치에서 ㉠은 표와 같다.

원자	O	Ne	Mg	Si	P
㉠ 양성자수	$\frac{2}{8}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{2}{12}$	$\frac{4}{14}$	$\frac{5}{15}$

㉠의 비는 $X : Y : Z = 2 : 3 : 4$ 이므로 $X \sim Z$ 는 각각 Mg, O, P이다.

✕. ㉠은 $X \sim Z$ 가 각각 2, 2, 5이다.

㉡. 원자가 전자 수는 $X \sim Z$ 가 각각 2, 6, 5이므로 Y(O)가 가장 크다.

✕. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 X(Mg)와 Z(P)가 6으로 같다.

09 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

제시된 원자의 p 오비탈과 s 오비탈에 각각 들어 있는 전자 수는 표와 같다.

원자	B	C	N	O	Ne
p 오비탈에 들어 있는 전자 수	1	2	3	4	6
s 오비탈에 들어 있는 전자 수	4	4	4	4	4

$\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 의 비는 $X : Y : Z = 1 : 2 : 3$ 이므로 $X \sim Z$ 는 각각 B, C, N 또는 C, O, Ne 중 하나이다. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 $Z > X$ 이므로 $X \sim Z$ 는 각각 C, O, Ne이다.

㉠. 바닥상태 Z(Ne) 원자의 전자 배치에서 홀전자는 존재하지 않고, 모든 전자들이 쌍을 이루고 있으므로 모든 전자의 m_s 합은 0이다.

㉡. 홀전자 수는 X(C)와 Y(O)가 2로 같다.

㉢. 2주기 원자의 전자 배치에서 전자가 들어갈 수 있는 오비탈 중 $n+l=3$ 인 오비탈은 $2p$ 이므로 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수 비는 Y(O) : Z(Ne) = 2 : 3이다.

10 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

m_l 는 s 오비탈이 0, p 오비탈은 $-1, 0, +1$ 인데 m_l 가 (가) > (나) > (다)이므로 (가)~(다)의 m_l 는 각각 $+1, 0, -1$ 이다. $n-l$ 는 $2s, 2p, 3s, 3p$ 오비탈이 각각 2, 1, 3, 2이므로 (가)는 $m_l = +1$ 인 $2p$, (나)는 $2s$, (다)는 $m_l = -1$ 인 $3p$ 이다.

㉠. 에너지 준위는 (가) > (나)이다.

㉡. $l+m_l$ 는 (나)와 (다)가 0으로 같다.

✕. 바닥상태 Al 원자의 전자 배치에서 $3p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수는 1이다.

11 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

3주기 바닥상태 원자의 전자 배치에서 전자가 들어갈 수 있는 오비탈의 $n+l$ 과 $n-l$ 는 표와 같다.

오비탈	$1s$	$2s$	$2p$	$3s$	$3p$
$n+l$	1	2	3	3	4
$n-l$	1	2	1	3	2

$n-l=2$ 인 오비탈은 $2s, 3p$ 이므로 들어 있는 전자 수가 3인 X는 Al이다. $n+l=4$ 인 오비탈은 $3p$ 이므로 X(Al)에서 $n+l=4$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 1이며, $x=1$ 이다. $n+l=4$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 3인 Y는 P이고, Y(P)에서 $n-l=2$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 5이므로 $y=5$ 이다. 따라서 $\frac{y}{x} = 5$ 이다.

12 이온과 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

$l=1$ 인 오비탈은 p 이다. X는 ㉠-㉡=1이므로 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 원자일 때가 이온일 때보다 1만큼 크다. Z는 ㉠-㉡=-2이므로 p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 원자일 때가 이온일 때보다 2만큼 적다. 따라서 X와 Z는 각각 Al, O이고, 홀전자 수가 0인 Y는 Mg이다.

✕. X(Al)의 홀전자 수는 1이므로 $x=1$ 이고, Y(Mg)는 ㉠-㉡=0이므로 $y=0$ 이다. 따라서 $x+y=1$ 이다.

㉡. X(Al)와 Y(Mg)는 모두 3주기 원소이다.

✕. $l=0$ 인 오비탈은 s 오비탈이므로 $l=0$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 X(Al)가 6, Z(O)가 4이다.

3 심화문제 해설

정답

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

심화 01번

접근 Point 훈트 규칙에 따르면 에너지 준위가 같은 오비탈에 전자가 채워질 경우에는 쌍을 이루지 않고 홀전자 수가 최대가 되도록 전자가 채워진다.

01 바닥상태 원자의 전자 배치

쌍을 원리에 따르면 에너지 준위가 낮은 오비탈부터 순서대로 전자가 채워져야 하고, 파울리 배타 원리에 따르면 1개의 오비탈에는 전자가 최대 2개까지 채워지며, 이 두 전자는 서로 다른 스핀 자기 양자수를 갖는다. 훈트 규칙에 따르면 에너지 준위가 같은 오비탈이 여러 개 있을 때 쌍을 이루지 않는 전자(홀전자) 수가 최대가 되도록 전자가 배치된다. ③은 쌍을 원리와 파울리 배타 원리는 만족하지만 에너지 준위가 같은 $2p$ 오비탈에 홀전자 수가 최대가 되도록 배치되지 않았으므로 훈트 규칙은 만족하지 않는다. 따라서 (가)로 가장 적절한 것은 ③이다.

심화 02번

접근 Point 바닥상태 인(P) 원자의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 이다.

02 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

바닥상태 P 원자의 전자 배치는 다음과 같다.

1s	2s	2p	3s	3p
↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑

바닥상태 P 원자의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈 중 $n+l+m_l=3$ 인 오비탈은 $m_l=0$ 인 $2p$, $3s$, $m_l=-1$ 인 $3p$ 이고, $n+l+m_l=5$ 인 오비탈은 $m_l=+1$ 인 $3p$ 이다. 따라서 (라)는 $m_l=+1$ 인 $3p$ 이고, $b=1$ 이며, (다)는 $m_l=-1$ 인 $3p$ 이다. 에너지 준위는 (가)>(나)이므로 (가)는 $3s$, (나)는 $m_l=0$ 인 $2p$ 이고, $a=2$ 이다.

- ㉠. $a=2$, $b=1$ 이므로 $a>b$ 이다.
 ✕. n 는 (나)가 2, (라)가 3이므로 (라)>(나)이다.
 ㉡. m_l 는 (가)가 0, (다)가 -1 이므로 (가)>(다)이다.

심화 03번

접근 Point 전자가 1개 들어 있는 오비탈 수는 B, F, Na, Al이 각각 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ 이다.
 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 B, F, Na, Al이 각각 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ 이다.

03 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

4가지 원자의 전자가 1개 들어 있는 오비탈 수는 B, F, Na, Al이 각각 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ 이므로 $B>F>Na>Al$ 이고, 홀 전자가 들어 있는 오비탈의 $\frac{l}{n}$ 는 각각 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, 0, $\frac{1}{3}$ 이므로 $B=F>Al>Na$ 이다. 따라서 W~Z는 각각 B, F, Al, Na이다.

㉠. 홀전자 수는 W~Z가 모두 1로 같다.

✕. W(B)는 2주기 원소이다.

✕. $n+l=3$ 인 오비탈은 $2p$ 와 $3s$ 이다. $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 W(B)와 X(F)가 각각 1, 5이므로 X가 W의 5배이다.

심화 04번

접근 Point 원자가 전자 수
 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Li, Be, B, C가 각각 $\frac{1}{2}$, 1, 1, 1이다.

04 바닥상태 원자의 전자 배치

Li, Be, B, C 원자의 원자가 전자 수
 전자가 들어 있는 오비탈 수와 홀전자 수는 표와 같다.

원자	Li	Be	B	C
원자가 전자 수 전자가 들어 있는 오비탈 수	$\frac{1}{2}$	1	1	1
홀전자 수	1	0	1	2

따라서 X~Z는 각각 Li, B, Be이다.

㉠. 원자 번호는 Y(B)가 가장 크다.

㉡. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 X(Li)와 Z(Be)가 2로 같다.

㉢. p 오비탈에 전자가 들어 있는 원자는 Y(B) 1가지이다.

심화 05번

접근 Point 바닥상태 원자의 전자 배치에서 홀전자 수는 B, O, F, Mg이 각각 1, 2, 1, 0이다.

05 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

제시된 원자들의 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈 중 $n-l=1$ 인 오비탈은 $1s$, $2p$, $n-l=2$ 인 오비탈은 $2s$, $n-l=3$ 인 오비탈은 $3s$ 이다. $\frac{X \text{의 홀전자 수}}{Y \text{의 홀전자 수}}=2$ 이므로 X는 홀전자 수가 2인 O이고, Y는 홀전자 수가 1인 B와 F 중 하나이다.

㉠. 제시된 원자들은 모두 $2s$ 오비탈에 들어 있는 전자 수가 같고, $3s$ 오비탈에 전자가 들어 있는 것은 Mg뿐이므로 $a=1$ 이고, $n-l=1$ 인 오비탈($1s$, $2p$)에 들어 있는 전자 수는 B, F, Mg이 각각 3, 7, 8이므로 Y는 B, Z는 Mg이다.

㉡. X(O)의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$ 로 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수가 3이다.

㉢. $n+l=3$ 인 오비탈은 $2p$, $3s$ 이므로 Z(Mg)의 전자 배치에서 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 8이다.

심화 06번

접근 Point 바닥상태 원자의 전자 배치에서 전자가 2개 들어 있는 s 오비탈 수는 N, O, Al이 각각 2, 2, 3이고, 전자가 1개 들어 있는 p 오비탈 수는 N, O, Al이 각각 3, 2, 1이다.

06 바닥상태 원자의 전자 배치

바닥상태 원자의 전자 배치에서 전자가 2개 들어 있는 s 오비탈 수는 N, O, Al이 각각 2, 2, 3이고, 전자가 1개 들어 있는 p 오비탈 수는 N, O, Al이 각각 3, 2, 1이다.

㉠. ㉠은 전자가 2개 들어 있는 s 오비탈 수, ㉡은 전자가 1개 들어 있는 p 오비탈 수이다.

㉢. X~Z는 각각 Al, O, N이다.

㉣. 전자가 2개 들어 있는 p 오비탈 수는 Y(O)와 Z(N)가 각각 1, 0이므로 $Y>Z$ 이다.

심화 07번

접근 Point 제시된 원자들의 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈 중 $n-l>1$ 인 것은 $2s$, $3s$ 이다.

07 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

Li, Be, C, Mg 원자의 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈 중 $n-l>1$ 인 것은 $2s$, $3s$ 이다.

원자가 전자 수 $n-l>1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수를 (가)라고 하면, 바닥상태 Li, Be, C, Mg 원자의 전자 배치에서 (가)와 홀전자 수는 표와 같다.

원자	Li	Be	C	Mg
(가)	1	1	2	$\frac{1}{2}$
홀전자 수	1	0	2	0

따라서 X~Z는 각각 Mg, Li, C이다.

㉢. X(Mg)와 Y(Li)는 다른 주기 원소이다.

㉣. Y(Li)는 $2s$ 오비탈에 홀전자가 들어 있으므로 홀전자가 들어 있는 오비탈의 $n-l=2$ 로 1보다 크다.

㉤. $l=0$ 인 오비탈은 s 오비탈이고, $l=1$ 인 오비탈은 p 오비탈이다. 바닥상태 Z(C) 원자의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^2$ 이므로 $l=1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수 $=\frac{2}{4}=\frac{1}{2}$ 이다.

심화 08번

접근 Point Al, Si, S의 전자 배치에서 전자가 들어 갈 수 있는 오비탈 중 $l+m_l=1$ 인 오비탈은 $m_l=0$ 인 $2p$ 와 $m_l=0$ 인 $3p$ 이다.

08 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

바닥상태 X~Z의 전자 배치에서 전자가 들어갈 수 있는 오비탈의 l , m_l , $l+m_l$ 는 표와 같다.

오비탈	1s	2s	2p			3s	3p		
l	0	0	1			0	1		
m_l	0	0	-1	0	+1	0	-1	0	+1
$l+m_l$	0	0	0	1	2	0	0	1	2

$l+m_l=1$ 인 오비탈은 $m_l=0$ 인 $2p$ 와 $m_l=0$ 인 $3p$ 이다.

㉠. $l+m_l=1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $Z>Y>X$ 인데, X~Z가 모두 3주기 원소이므로 $m_l=0$ 인 $2p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수는 모두 2로 같고, $m_l=0$ 인 $3p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수는 X~Z가 각각 0, 1, 2이다. Al, Si, S 중 $m_l=0$ 인 $3p$ 오비탈에 전자가 2개 들어갈 수 있는 원자는 S이므로 Z는 $m_l=0$ 인 $3p$ 오비탈에 전자가 2개 들어 있는 S이다. 원자 번호는 $X>Y$ 이므로 X는 $m_l=0$ 인 $3p$ 오비탈에 전자가 들어 있지 않은 Si이고, Y는 $m_l=0$ 인 $3p$ 오비탈에 전자가 1개 들어 있는 Al이다.

㉡. Y(Al)의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 이므로 전자가 들어 있는 오비탈 수는 7이다.

㉢. $n+m_l=1$ 인 오비탈은 $1s$ 와 $m_l=-1$ 인 $2p$ 이므로 3주기 원자인 Y(Al)와 Z(S)에서 $n+m_l=1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 4로 같다.

심화 09번

접근 Point $n+l=3$ 인 오비탈은 $2p$, $3s$ 이다.

09 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

$n+l=3$ 인 오비탈은 $2p$, $3s$ 이므로 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 6인 X는 Ne이다. 바닥상태 Ne 원자의 전자 배치에서 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}=\frac{3}{2}$ 이고,

$\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 의 비가 $X:Y:Z=9:10:6$ 이므로 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 Y가 $\frac{5}{3}$, Z가 1이다. 따라서 Y는 S, Z는 Mg이다.

✕. s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $X(\text{Ne})$ 와 $Z(\text{Mg})$ 가 각각 4, 6으로 $Z > X$ 이다.

㉠. 홀전자 수는 $X(\text{Ne})$ 와 $Y(\text{S})$ 가 각각 0, 2이므로 $Y > X$ 이다.

㉡. $n+l=4$ 인 오비탈은 $3p$ 와 $4s$ 이므로 $n+l=4$ 인 오비탈에 전자가 들어 있는 원자는 $Y(\text{S})$ 1가지이다.

심화 10번

접근 Point 제시된 원자 번호의 원자들의 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어갈 수 있는 오비탈은 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s$ 이므로 가능한 $n+l$ 는 1, 2, 3, 4이다.

10 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

제시된 원자 번호의 원자들의 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어갈 수 있는 오비탈은 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s$ 이므로 가능한 $n+l$ 는 1, 2, 3, 4이고, $a=2$ 또는 3이다. $a=2$ 일 때 X 에서 $n+l=a-1=1$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수와 $n+l=a=2$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수 비가 1 : 3인데, $n+l=1$ 인 오비탈과 $n+l=2$ 인 오비탈은 각각 $1s, 2s$ 이므로 들어 있는 전자 수 비가 1 : 3이 될 수 없다. 따라서 $a=3$ 이다.

㉠. $n+l=a-1=2$ 인 오비탈은 $2s$ 이고, X 에서 $n+l=2$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 $x=2$ 이므로 $n+l=3$ 인 $2p$ 와 $3s$ 에 들어 있는 전자 수는 $3x=6$ 이고, X 는 Ne 이다. Y 는 $n+l=a+1=4$ 인 $3p$ 와 $4s$ 에 들어 있는 전자 수가 $3x=6$ 이므로 Y 는 Ar 이다. Z 는 $n+l=3$ 인 오비탈인 $2p$ 와 $3s$ 에 들어 있는 전자 수와 $n+l=4$ 인 오비탈인 $3p$ 와 $4s$ 에 들어 있는 전자 수가 z 로 같으므로 Z 는 Ca 이고, $z=8$ 이다. 따라서 $X(\text{Ne})$ 와 $Y(\text{Ar})$ 는 같은 족 원소이다.

✕. $a \times \frac{z}{x} = 3 \times \frac{8}{2} = 12$ 이다.

㉡. X 와 Z 의 전자 배치는 각각 $1s^2 2s^2 2p^6, 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ 이므로 $\frac{X \text{에서 전자가 들어 있는 오비탈 수}}{Z \text{에서 전자가 들어 있는 오비탈 수}} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$ 이다.

심화 11번

접근 Point $n+m_l$ 는 $2s$ 가 2이고, $2p$ 가 각각 1, 2, 3이며, $3p$ 가 각각 2, 3, 4이다. $l+m_l$ 는 $2s$ 가 0이고, $2p$ 가 각각 0, 1, 2이며, $3p$ 가 각각 0, 1, 2이다.

11 오비탈의 양자수

$2s, 2p, 3p$ 오비탈의 n, l, m_l 과 $n+m_l, l+m_l$ 는 표와 같다.

오비탈	$2s$	$2p$			$3p$		
n	2	2			3		
l	0	1			1		
m_l	0	-1	0	+1	-1	0	+1
$n+m_l$	2	1	2	3	2	3	4
$l+m_l$	0	0	1	2	0	1	2

$n+m_l$ 는 (가)=(나)>(다)이므로 가능한 $n+m_l$ 의 조합은 (가)~(다)가 각각 (3, 3, 2), (3, 3, 1), (2, 2, 1) 3가지인데, (가)~(다) 중 $n+m_l=2$ 인 $2s$ 가 포함되어 있으므로 $n+m_l$ 의 조합은 (가)~(다)가 각각 (3, 3, 2), (2, 2, 1) 중 1가지이다.

i) (가)~(다)의 $n+m_l$ 가 (2, 2, 1)인 경우

$n+m_l=2$ 인 것은 $2s$ 오비탈과 $m_l=-1$ 인 $3p$ 오비탈이고, $n+m_l=1$ 인 것은 $m_l=-1$ 인 $2p$ 오비탈이다. (가)와 (나)는 각각 $2s$ 오비탈과 $m_l=-1$ 인 $3p$ 오비탈 중 하나인데, 두 오비탈은 모두 $l+m_l=0$ 이므로 $l+m_l$ 는 (나)>(가)라는 조건에 모순된다.

ii) (가)~(다)의 $n+m_l$ 가 (3, 3, 2)인 경우

$n+m_l=3$ 인 것은 $m_l=0$ 인 $3p$ 오비탈과 $m_l=+1$ 인 $2p$ 오비탈인데, (가)~(다)가 $2s, 2p, 3p$ 를 순서 없이 나타낸 것이므로 (다)는 $n+m_l=2$ 인 $2s$ 이고, (가)와 (나)는 각각 $m_l=0$ 인 $3p$ 와 $m_l=+1$ 인 $2p$ 중 하나이다. $l+m_l$ 는 $m_l=0$ 인 $3p$ 오비탈이 1, $m_l=+1$ 인 $2p$ 오비탈이 2이고, $l+m_l$ 는 (나)>(가)이므로 (가)는 $m_l=0$ 인 $3p$, (나)는 $m_l=+1$ 인 $2p$ 이다.

㉠. m_l 는 (나)와 (다)가 각각 +1, 0이므로 (나)>(다)이다.

✕. 에너지 준위는 $3p > 2p$ 이므로 (가)>(나)이다.

✕. (나)는 $m_l=+1$ 인 $2p$ 이므로 $\frac{n+l}{n+m_l} = \frac{2+1}{2+1} = 1$ 이다.

심화 12번

접근 Point $n + m_l = 2$ 인 오비탈은 $2s$, $m_l = 0$ 인 $2p$, $m_l = -1$ 인 $3p$ 이고, $n + m_l = 3$ 인 오비탈은 $m_l = +1$ 인 $2p$, $3s$, $m_l = 0$ 인 $3p$ 이다.

12 바닥상태 원자의 전자 배치와 오비탈의 양자수

$W \sim Z$ 에서 전자가 들어 있는 오비탈의 n , m_l , $n + m_l$ 는 표와 같다.

오비탈	1s	2s	2p			3s	3p		
n	1	2	2			3	3		
m_l	0	0	-1	0	+1	0	-1	0	+1
$n + m_l$	1	2	1	2	3	3	2	3	4

$n + m_l = 2$ 인 오비탈은 $2s$, $m_l = 0$ 인 $2p$, $m_l = -1$ 인 $3p$ 이다. 바닥상태 3주기 원자는 $2s$ 와 $m_l = 0$ 인 $2p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수가 모두 같으므로 $m_l = -1$ 인 $3p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수가 $W > X = Y > Z$ 이다. Mg과 P은 각각 $m_l = -1$ 인 $3p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수가 0, 1이고, Si와 S은 $3p$ 오비탈의 전자 배치에 따라 다음과 같은 경우가 존재한다.

원자	3p 오비탈의 전자 배치	$m_l = -1$ 인 3p 오비탈에 들어 있는 전자 수
Si	$\begin{array}{c} 3p \\ m_l = -1 \quad 0 \quad +1 \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \end{array}$	1
	$\begin{array}{c} 3p \\ m_l = -1 \quad 0 \quad +1 \\ \uparrow \quad \quad \uparrow \end{array}$	1
	$\begin{array}{c} 3p \\ m_l = -1 \quad 0 \quad +1 \\ \quad \uparrow \quad \uparrow \end{array}$	0
S	$\begin{array}{c} 3p \\ m_l = -1 \quad 0 \quad +1 \\ \uparrow\downarrow \quad \uparrow \quad \uparrow \end{array}$	2
	$\begin{array}{c} 3p \\ m_l = -1 \quad 0 \quad +1 \\ \uparrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow \end{array}$	1
	$\begin{array}{c} 3p \\ m_l = -1 \quad 0 \quad +1 \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow\downarrow \end{array}$	1

$m_l = -1$ 인 $3p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수가 $W > X = Y > Z$

이므로 W와 Z는 각각 $m_l = -1$ 인 $3p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수가 2인 S과 0인 Mg이고, X와 Y는 각각 $m_l = -1$ 인 $3p$ 오비탈에 들어 있는 전자 수가 1인 Si와 P 중 하나이다. $n + m_l = 3$ 인 오비탈은 $m_l = +1$ 인 $2p$, $3s$, $m_l = 0$ 인 $3p$ 이고, $n + m_l = 3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 $X > Y$ 이므로 X는 P, Y는 $m_l = 0$ 인 $3p$ 오비탈에 전자가 들어 있지 않은 Si이다.

㉠ W는 S이다.

✕ Y(Si)는 $m_l = 0$ 인 $3p$ 오비탈에 전자가 들어 있지 않다.

㉡ $n + m_l = 3$ 인 오비탈은 $m_l = +1$ 인 $2p$, $3s$, $m_l = 0$ 인 $3p$ 이므로 $n + m_l = 3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수는 W(S)와 Z(Mg)가 각각 5, 4이다.