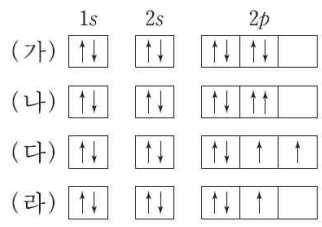
이온화 에너지 Further Study

아래의 문제들은 2013년 3월부터 2014.7월까지 시행된 교육청 모의고사에서 조금 생각해야 되는 문제를 선별하였고 2014.9.월 평가원 문제에서 다시 자세하게 설명할 것을 첨가 하였다. 풀어 보면서 확실하게 개념을 잡아 주세요.

[1] 2014.9.12.②

12. 그림은 학생들이 그린 전자 배치를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 산소(O), (라)는 O^+의 전자 배치이다.



(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

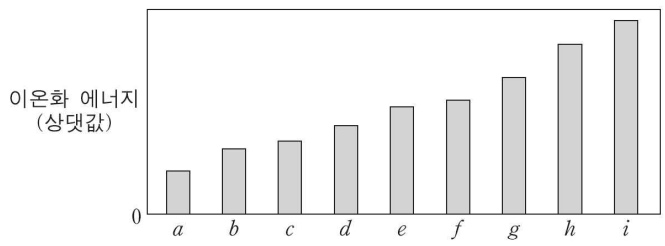
〈보 기〉

ㄱ. 파울리 배타 원리에 위배되는 전자 배치는 2가지이다.
ㄴ. (다)는 바닥 상태 전자 배치이다.
ㄷ. (다)의 배치를 갖는 O와 (라)의 배치를 갖는 O^+의 에너지 차이는 O의 제1 이온화 에너지와 같다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[2] 2014.9.13.⑤

13. 그림은 원자 a~i의 제1 이온화 에너지를 나타낸 것이다. a~i는 각각 원자 번호 2~10의 원소 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, a~i는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

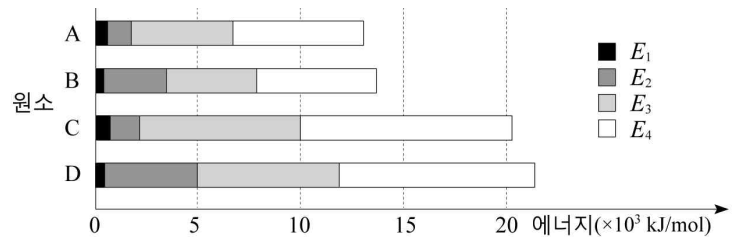
〈보 기〉

ㄱ. i는 Ne이다.
ㄴ. a~g 중 원자 반지름이 가장 큰 것은 a이다.
ㄷ. c와 e의 전기 음성도 차이는 b와 f의 전기 음성도 차이보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[3].2014.7.17. 그림은 3, 4주기 원소 A~D의 순차적 이온화 에너지(E_n)를 나타낸 것이다.

A~D는 원자 번호 11~20의 원소 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

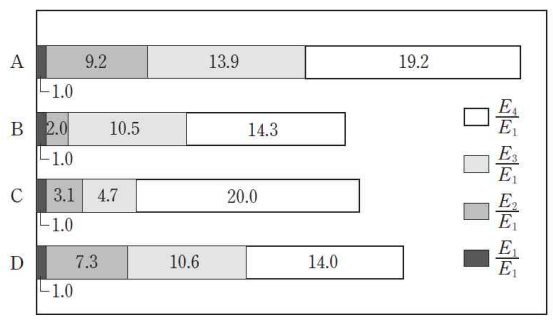
<보 기>

ㄱ. A와 B는 3주기 원소이다.
ㄴ. B와 D의 원자가 전자 수는 같다.
ㄷ. 안정한 이온의 반지름은 C가 D보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[4].2013.6.12. (평가원)위의 문제와 비교

12. 그림은 원소 A~D의 제1~제4 이온화 에너지를 각각의 제1 이온화 에너지에 대한 비($\frac{E_n}{E_1}$)로 나타낸 것이다. A~D는 각각 Na, Mg, Al, K 중 하나이고, E_n은 제n 이온화 에너지이다.



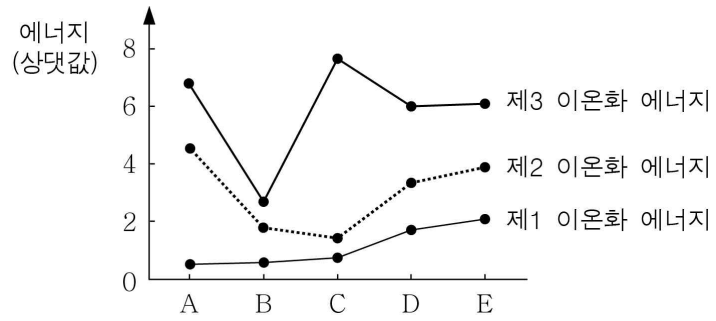
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

〈보 기〉

ㄱ. A는 2족 원소이다.
ㄴ. B와 C가 안정한 이온일 때, 바닥 상태의 전자 배치는 같다.
ㄷ. D에서 E_3는 E_2보다 크다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[5]. 2013.10.19. 그림은 2, 3주기 원소 A ~ E의 순차적 이온화 에너지를 상댓값으로 나타낸 것이다. A ~ E는 각각 F, Ne, Na, Mg, Al 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[3점]

< 보 기 >

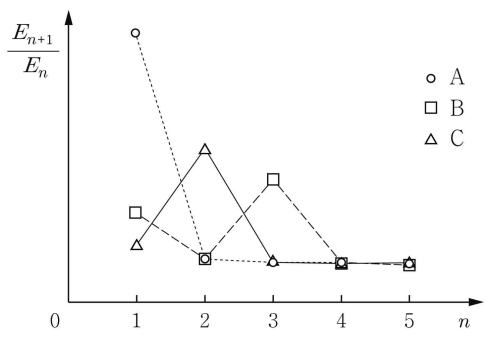
ㄱ. 원자가 전자 수는 A < B < C이다.
ㄴ. 원자 반지름은 A가 D보다 크다.
ㄷ. C와 E는 같은 주기 원소이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[6]. 2013.3.18. 다음은 순차적 이온화 에너지에 대한 설명이다.

> 기체 상태의 중성 원자로부터 2개 이상의 전자를 차례대로 떼어낼 때 필요한 에너지를 순차적 이온화 에너지라고 한다. 첫 번째 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지는 E_1(제1 이온화 에너지), 2번째, 3번째, …, n번째 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지는 각각 E_2, E_3, …, E_n이다.

그림은 3주기 금속 A ~ C의 중성 원자에서 전자를 순차적으로 떼어낼 때, n에



따른 $\frac{E_{n+1}}{E_n}$ 값을 나타낸 것이다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. A는 1족 원소이다.
ㄴ. 제1 이온화 에너지는 A가 C보다 크다.
ㄷ. B의 안정한 산화물의 화학식은 BO이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[7].2013.7.13.

13. 표는 3주기 원소 A와 B의 순차적 이온화 에너지(E_n)를 나타낸 것이다.

원소	순차적 이온화 에너지(E_n, kJ/mol)					
	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6
A	787	1577	3232	4356	16091	19805
B	578	1817	2745	11577	14842	18379

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. 금속성은 A가 B보다 크다.
ㄴ. A는 산소와 결합하여 공유 결합 물질을 만든다.
ㄷ. 원자 B(g)를 이온 B^{2+}(g)으로 만들기 위해 필요한 에너지는 2395 kJ/mol이다.

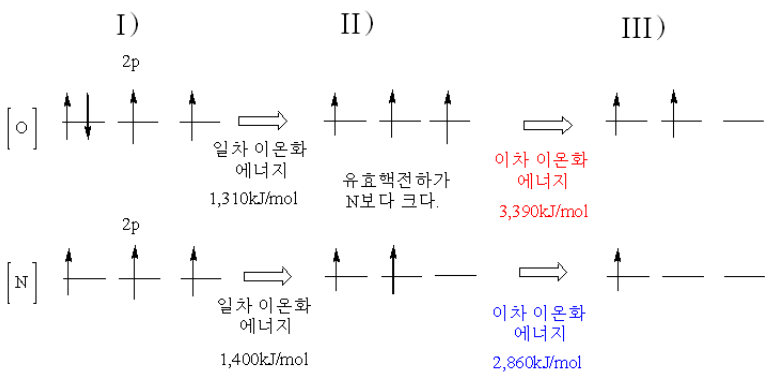
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

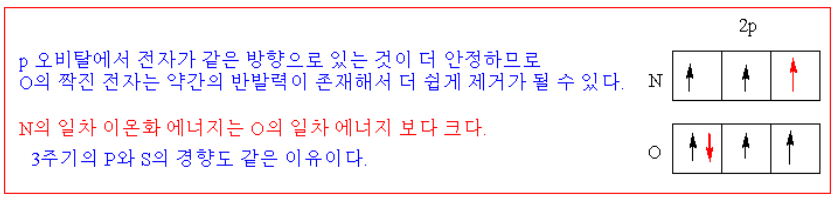
[Further Study] 해설

[1]. 2014.9.12.②

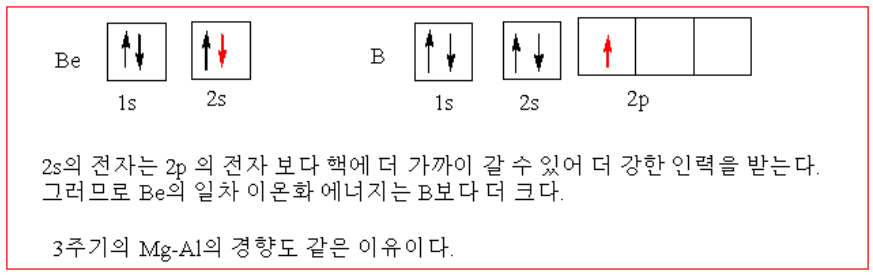
2, 3 주기에서 일차 이온화 에너지는 증가하다가 B-Be, N-O에서 예외적이다.

이유를 확실히 알자. 일단 일차 에너지에서 O는 2p 오비탈에 짝진 전자가 있고 N은 같은 방향의 전자가 있는 것이 바닥상태이다. O의 짝진 전자는 파울리의 배타 원리에 의해서 짝져 있지만 전자끼리의 약간의 반발력은 존재한다. 그래서 N의 경우보다 짝진 전자를 떼어 내기가 조금 쉽다. 그런데 2차 이온화 에너지를 살펴보면 O의 II)의 경우에서 전자를 떼어 내는 것과 N의 I)의 경우를 비교하면 산소의 이차 이온화 에너지가 훨씬 크다. 이유는 O의 유효핵전하가 N보다 크고 전자 배치가 안정한 같은 방향으로 되어 있기 때문이다.





Be과 B의 경우는 N-O와는 다르게 설명한다.



B의 이차 이온화 에너지(1,760 kJ/mol)는 Be의 일차 에너지 (900kJ/mol)보다 많이 크다는 것을 예측할 수 있다. B의 유효핵전하는 Be보다 크다.

[2]. 2014.9.13.⑤

2,3 주기의 일차 이온화 에너지의 변화는 꺽은선 그래프로 알고 가야 한다.
그리고 이번 시험처럼 다시 증가하는 순으로도 알아보자.
[4]. 2013.6.12. 해설 참조

수능에서 data를 가지고 문제를 내는 것이 원자 반지름, 이온 반지름, 이온화 에너지, 순차적 이온화 에너지, 유효핵전하, 전기음성도, 수소 스펙트럼이다.

[3]. 2014.7.17.②.

A～D는 원자 번호 11～20의 원소 중 하나이므로, 일단 써보고

3: Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar
4: K, Ca 이다.

자료에서 A와 C는 2족, C의 1차 이온화 에너지가 A의 것보다 크므로 C는 3주기의 Mg, A는 4주기의 Ca이다. B와 D는 1족이고 1차 이온화 에너지의 에너지차이를 비교해도 되지만 도표 상으로 분간이 조금 힘들다. 2차 이온화 에너지를 보면 D가 더 크다. 그러므로 D가 3주기의 Na, B는 4주기 K이다. ※ 일반적으로 같은 족에서 주기가 다르면 작은 주기의 2차, 3차의 이온화 에너지가 큰 주기의 2차, 3차 이온화 에너지보다 거의 더 크다. 예를 들면 Na과 K의 2차 이온화 에너지의 비교에서 Na의 이차 이온화 에너지는 K의 이차 이온화 에너지보다 크다.
A와 C를 비교해도 알 수 있다.
C(Mg)와 D(Na)의 이온 반지름은 Mg가 작다.

아래의 2013.6.12. (평가원) 문제와 비교하기 바랍니다.

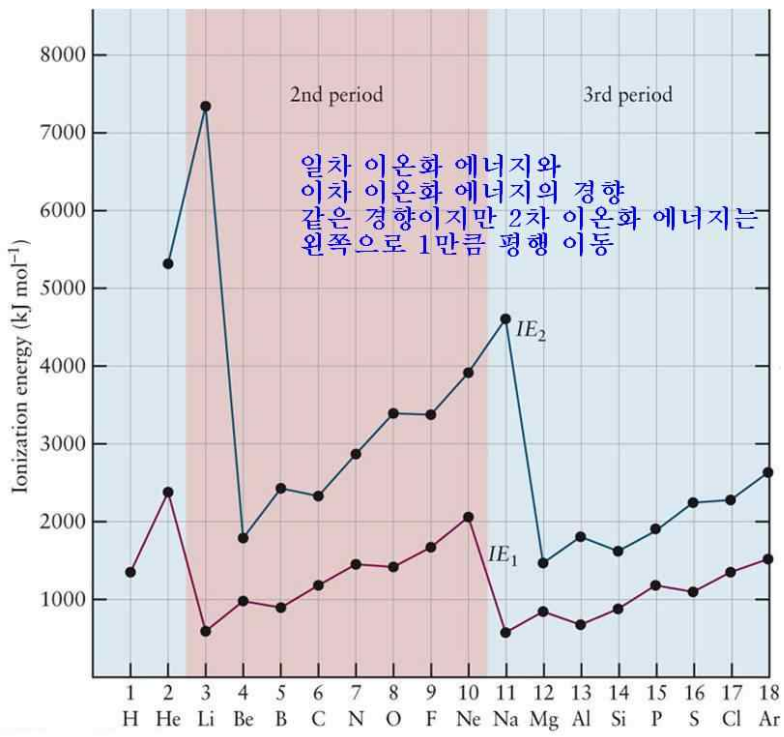
[4]. 2013.6.12.⑤.

A와 D는 1족; A와 D의 2차 이온화 에너지 비율을 비교하면 A가 더 크므로 주기가 작다. 그러므로 A는 Na, D는 K
B는 2족의 Mg
C는 Al

A는 Na이므로 1족 원소
B(Mg)와 C(Al)의 안정한 이온일 때 바닥상태의 전자 배치는 Ne과 같다.
D에서 3차 이온화 에너지는 당연히 2차 이온화 에너지보다 크다.

다음 그래프에서 더 확실하게 확인하자.

1차 이온화 에너지의 경향은 꼭 알아야 한다.



원자 번호 1-20번 까지 꺽은 선 그래프 그릴 수 있어야 한다. He이 가장 크고 그다음이 Ne이다. B-Be, N-O의 예외도 알아야 하고 써보면

Li, B, Be, C, O, N, F, Ne, He

2차 이온화 에너지 경향은 1차 이온화 에너지 경향과 같은데 단지 원자번호가 왼쪽으로 1 만큼 평행 이동한 그래프가 그려진다. 다시 이야기하면 Na이 Ne이 되는 경향이다.

그래서 다시 써 보면 Li이 He 자리로 오면서 2차 이온화 에너지는 가장 크고 줄어들면서 일차 이온화 에너지 Li처럼 되면서 약간씩 증가되므로 다음은 Be, 일차 이온화 에너지의 예외인 Be-B, N-O의 예외가 B-C와 O-F로 바뀌는 것을 고려하면,

Li이 가장 크고 증가하는 순으로
Be-C-B-N-F-O-Ne-Na-Li의 순서이다.

일차 이온화 에너지처럼 He이 가장 크고 그 다음이 Ne인 것처럼 이차 이온화 에너지도 Li이 가장 크고 그 다음이 Na이 된다. 이렇게 되는 이유는 원자의 크기와 전자 배치에서 특징이므로 일차 이온화 에너지와 같은 이유이다.

[5]. 2013.10.19. ②.

F, Ne, Na, Mg, Al 인데 일차 이온화 에너지만 비교해도 풀린다.

Na → Al → Mg → F → Ne; Mg와 Al이 바뀌는 것은 B-Be와 같다.

그러면 A---E가 다 결정 된다. C의 3차 이온화 에너지가 갑자기 증가하는 것으로 보아 Mg맞다. 위의 순서만 만들면 2차, 3차 이온화 에너지 없이 다 푼다.

[6]. 2013.3.18.①.

갑자기 이상한 그래프가 나왔다. 일차 이온화 에너지와 2차 이온화 에너지의 비율,

2차와 3차 이온화 에너지의 비율등등....

3주기 금속 ; Na, Mg, Al에 대한 이온화 에너지의 비율인데

A는 n=1 → 2로 갈 때 많은 차이 → 1족 금속

B는 n=3 → 4로 갈 때 많은 차이 → 3족 금속

C는 n=2 → 3로 갈 때 많은 차이 → 2족 금속으로 판단하면 문제는 쉬워진다.

[7]. 2013.7.13.④.

금속성의 판단 : 여기서는 단지 금속과 비금속이면 되는데 같은 금속인 경우 양이온이 잘되려는 경향이 큰 것이 금속성이 크다. 즉 전기 음성도가 작은 금속원소가 금속성이 크다.

이런 자료를 볼 때에도 갑자기 증가하는 에너지가 어디인가를 판단한다.

혹시 헷갈리면 이차를 일차에너지로 나누어 보고, 3차를 2차로 나누어 보고, 4차를 3차로 나누어 보고하면서 큰 차이를 판단한다.

잘 보면 다 판단 할 수는 있다.

A는 비금속 원소인 14족 Si
B는 금속 원소인 13족 Al

A는 Si로 산소와 결합하여 SiO_2인 공유 결정성 고체인 수정을 만든다.

← 주의: CO_2와는 다르다.

B를 안정한 원소로 만들기 위해 필요한 에너지는 $E_1 + E_2 + E_3$이다.