

예비 고3 화1 선택자를 위한 킬러 문제 특강-1

안녕하세요~ 오르비 북스에서 이노베이션 모의고사 및 이노베이션 final 모의고사의 저자로 활동하고 있는 야수입니다.

오늘부터 시간 나는대로 화학1을 선택하시는 전국 예비 고3 학생들을 위해서 자그마한 칼럼을 써보고자 합니다.

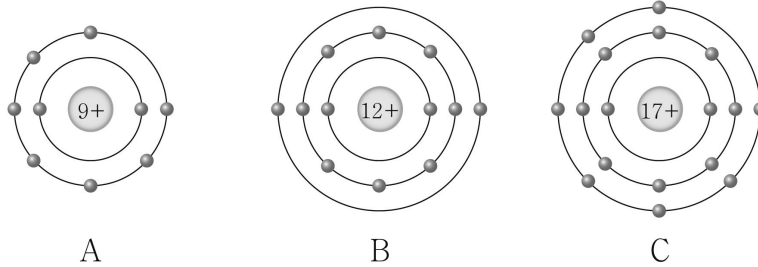
거창한 것은 아니고, 개정 교육과정이 시작된 2013년부터 2015년에 이르기까지 모든 교육청, 평가원, 수능 모의고사의 맨 마지막 장을 함께 풀어보는 시간을 가지고자 합니다.

이번 글에서는 2013년 3월 교육청으로 시작하겠습니다.

2013년 3월 교육청 17번 문항입니다.

그럼 같이 한번 풀어 볼까요~~?

그림은 원자 A ~ C의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.



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

- < 보 기 >
- ㄱ. B와 C로 이루어진 안정한 화합물의 화학식은 BC_2 이다.
 - ㄴ. 원자가 전자의 유효 핵전하는 B가 C보다 크다.
 - ㄷ. 이온 반지름은 A^- 이 B^{2+} 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 문제를 보시면 원자 A~C라고 주어져 있고, 그림이 주어져 있습니다. 그림을 보시면, A부터 C까지 그림의 가운데에 양성자의 수가 나와 있네요.

- 이 양성자의 개수를 이용해서 A, B, C가 무슨 원소인지를 판단할 수 있습니다. A는 원자 번호 9번 F(플루오린), B는 원자 번호 12번 Mg(마그네슘), C는 원자 번호 17번 Cl(염소)라는 것을 판단할 수 있습니다.

- 그림 1부터 함께 살펴 보시죠~

ㄱ. B와 C로 이루어진 안정한 화합물의 화학식은 BC_2 이다.

- Mg은 2족 원소로 전자를 2개 잃어 양이온이 되기 쉽고, Cl은 17족 원소로 전자를 1개 얻어 음이온이 되기 쉽습니다. 따라서, 안정한 화합물의 화학식은 $MgCl_2$ 이고, 금속과 비금속 사이의 화합물이므로 이 물질은 이온 결합 물질이라는 것까지 챙겨두면 좋겠네요~

ㄴ. 원자가 전자의 유효 핵전하는 B가 C보다 크다.

- 먼저, 원자가 전자의 개념이 무엇인지부터 살펴보도록 하겠습니다.

원자가 전자는 바닥상태의 전자 배치에서 화학 결합에 관여하는 가장 바깥 전자껍질에 있는 전자로 원소의 화학적 성질을 결정합니다. 조심해야할 점이 18족 원소의 경우 가장 바깥 전자껍질에 있는 전자의 수는 2개 혹은 8개이지만, 화학 결합을 하지 않기 때문에 원자가 전자의 수가 0개라는 점을 꼭 명심하셔야 합니다~

- 문제로 돌아가서, 유효 핵전하를 비교하기 위해서는 양성자의 수를 비교하시면 되고, 따라서 C가 B보다 크다고 할 수 있습니다.

ㄷ. 이온 반지름은 A^- 이 B^{2+} 보다 작다.

- F^- 와 Mg^{2+} 의 이온 반지름을 비교해보면, 일단 두 이온은 전자의 수가 같은 등전자 이온입니다. 따라서, Ne과 전자 배치가 같습니다. 그러면, 이제 양성자의 수를 가지고 이온 반지름을 비교해야 하는데, 양성자의 수는 원자 번호가 큰 Mg^{2+} 가 F^- 보다 크기 때문에, 이온 반지름은 Mg^{2+} 가 F^- 보다 더 작게 되겠습니다.

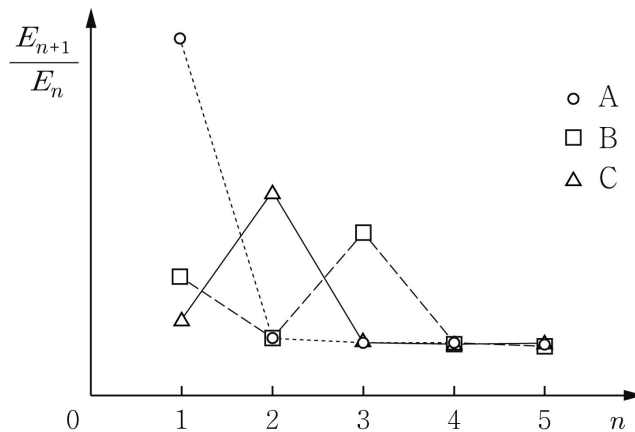
- 간단하게, 이렇게 이해를 하시면 됩니다. 등전자 이온의 경우 양성자의 수가 더 많은 이온이 전자를 끌어 당기는 힘이 더 세서 상대적으로 이온의 반지름이 작아진 다라고 생각하시면 될 것 같습니다.

- 다음은 18번 문항입니다. 함께 풀어보시죠.

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, ..., n 번째 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지는 각각 E_2, E_3, \dots, E_n 이다.

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

- 이온화 에너지의 관한 문항입니다. 그래프를 해석하는 것이 중요한데, 우리는 기본적인 개념으로 이온화 에너지가 갑자기 커지는 지점으로 그 원소가 몇 족 원소인지를 알 수 있습니다.

- A는 제1 이온화 에너지에서 제2 이온화 에너지 사이의 에너지 차이가 매우 크기

때문에, 1족 원소라는 것을 알 수 있습니다.

- B는 3차 이온화 에너지에서 4차 이온화 에너지로 변할 때 에너지 차이가 매우 크므로 13족 원소라는 것을 알 수 있습니다.

- 마찬가지로 생각해보면, C는 2족 원소입니다. 그런데, 3주기 원소이므로 A는 Na (나트륨), B는 Al(알루미늄), C는 Mg(마그네슘)입니다.

ㄱ. A는 1족 원소이다.

- 옳은 선지입니다.

ㄴ. 제1 이온화 에너지는 A가 C보다 크다.

- Na과 Mg의 제1 이온화 에너지를 비교해야 하는데, 같은 주기의 원소인 경우에는 일반적으로 원자 번호가 클수록 양성자 수가 크기 때문에 이온화 에너지의 크기 역시 커집니다. 따라서, 틀린 선지입니다.

ㄷ. B의 안정한 산화물의 화학식은 BO이다.

- Al은 13족 원소이기 때문에 안정한 산화물의 화학식은 Al_2O_3 입니다.

- 그럼 여세를 몰아 19번 보겠습니다~

다음은 탄산 칼슘(CaCO_3)의 열분해 반응에서 양적 관계를 확인하기 위한 실험이다.

[화학 반응식]
 $\text{CaCO}_3(s) \xrightarrow{\text{가열}} \text{CaO}(s) + \boxed{\text{X}(g)}$

[과정]
(가) 도가니의 질량(w_1)을 측정한다.
(나) 도가니에 탄산 칼슘(CaCO_3)을 넣고 도가니의 전체 질량(w_2)을 측정한다.
(다) 일정 시간 동안 가열한 후 도가니의 전체 질량(w_3)을 측정한다.

[결과]

w_1	w_2	w_3
200.0 g	250.0 g	245.6 g

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 원자량은 C = 12, O = 16, Ca = 40이다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. 생성된 X의 질량은 4.4 g이다.
ㄴ. 생성된 산화 칼슘(CaO)의 몰수는 0.5몰이다.
ㄷ. 분해된 CaCO_3 의 몰수는 반응 전 몰수의 $\frac{1}{5}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 주어진 화학 반응식을 잘 살펴보면, 반응 전후 질량 보존의 법칙이 성립해야 하므로, X는 이산화 탄소(CO_2)라는 것을 알 수 있습니다.

ㄱ. 생성된 X의 질량은 4.4 g이다.

- 전체 질량이 250.0g에서 245.6g으로 4.4g 감소하였으므로, 4.4g이 기체로 날아갔다는 것을 알 수 있습니다.

ㄴ. 생성된 산화 칼슘(CaO)의 몰수는 0.5몰이다.

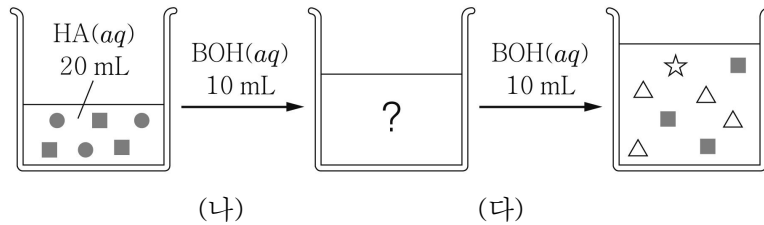
- 생성된 이산화 탄소의 질량이 4.4g인데 이는 0.1몰에 해당하는 수치이므로 생성된 산화 칼슘의 몰수 역시 0.1몰입니다.

ㄷ. 분해된 CaCO_3 의 몰수는 반응 전 몰수의 $\frac{1}{5}$ 이다.

- 반응 전 CaCO_3 는 50g 존재하였습니다. 한편, 분해된 CaCO_3 의 몰수는 0.1몰입니다. CaCO_3 의 원자량은 100이기 때문에 반응 전에 존재한 양은 0.5몰이라고 할 수 있습니다. 따라서, 옳은 선지입니다.

- 마지막 20번 문항입니다~

그림 (가)~(다)는 강산 HA 수용액 20 mL에 강염기 BOH 수용액을 10 mL씩 2번 넣었을 때, 수용액 속의 이온을 모형으로 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[3점]

< 보 기 >

ㄱ. ●는 H^+ 이다.

ㄴ. (나)에서 △의 개수는 2개이다.

ㄷ. (나)에서 수용액은 산성이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. ●는 H^+ 이다.

- 산-염기 반응에서는 반응 전 존재하던 수소 이온이 감소하게 됩니다. 따라서, 위의 그림에서 감소하고 있는 ●가 수소 이온이 맞습니다.

ㄴ. (나)에서 △의 개수는 2개이다.

- 마지막 그림을 보면, 새로 추가된 그림이 \triangle 와 별모양인데, 구경꾼 이온의 수가 더 많아야 하므로 \triangle 가 B 이온이라는 것을 알 수 있습니다. 그런데, 두 번 넣어 주어서 4개가 되었으므로, (나)에서는 2개가 맞습니다.

ㄷ. (나)에서 수용액은 산성이다.

- (나)에서는 ●, 즉, 수소 이온이 1개 존재하는 상황입니다. 따라서, 용액의 액성은 산성입니다.