

2013년 7월 교육청 모의고사

1번

답 : ㄱ, ㄴ, ㄷ

- ㄱ. 석탄, 석유, 천연가스는 화석 연료로써 대부분 탄소와 산소로 되어 있다.
- ㄴ. 암모니아는 질소 비료의 원료로써 인류의 식량 문제를 개선하는 데 결정적인 공헌을 하였다.
- ㄷ. 철의 제련은 산화 환원 반응을 이용하여 산화철을 순수한 철로 만드는 과정이다.

2번

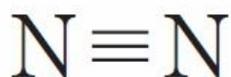
답 : ㄱ, ㄷ

- X는 양성자 1개, 중성자 2개, 전자 1개를 가지고 있는 질량수 3인 삼중 수소이다.
 - Y는 양성자 2개, 중성자 1개, 전자 2개를 가지고 있는 질량수 3인 헬륨이다.
 - Z는 양성자 2개, 중성자 2개, 전자 2개를 가지고 있는 질량수 4인 헬륨이다.
- ㄱ. X는 양성자 1개, 질량수 3이므로 ${}^3_1\text{X}$ 으로 표시할 수 있다.
- ㄴ. X와 Y는 각각 수소, 헬륨인데 수소는 1족 원소, 헬륨은 18족 원소이므로 같은 족의 원소가 아니다.
- ㄷ. Y와 Z는 양성자 수는 같고, 질량수가 다른 동위 원소이므로 물리적 성질은 다르지만 화학적 성질은 같다.

3번

답 : ㄴ

- X는 전자가 6개이므로 탄소(C)이다.
 - Y는 전자가 7개이므로 질소(N)이다.
 - Z는 전자가 8개이므로 산소(O)이다.
- ㄱ. 훈트의 규칙이란 에너지 준위가 같은 오비탈에 전자가 채워질 때 가능한 한 쌍을 이루지 않도록 배치되는 것을 말한다. X의 전자 배치는 이러한 훈트의 규칙에 특별히 위배되지 않는다.
- ㄴ. N_2 는 3중 결합이 존재한다.



- ㄷ. Z의 전자 배치를 보면 훈트의 규칙을 위배한 것을 볼 수 있다. 따라서, 바닥 상태가 아닌 들뜬 상태임을 알 수 있다.

4번

답 : ㄷ

ㄱ. 수소와 탄소는 한 개의 원소로 이루어진 홑원소 물질이지만, 이산화 탄소는 탄소, 산소 두 종류의 원자로 이루어져 있기 때문에 화합물이다.

ㄴ. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이다. (가)와 (나)는 부피가 같으므로, 질량으로 비교하면 밀도비를 알 수 있다. (가)에는 수소 분자가 4개 존재하므로, 질량이 8이고, (나)에는 산소 분자가 4개 존재하므로 질량이 128이다. 그러므로 밀도비는 1:16이다.

ㄷ. (가)에는 수소 분자가 4개 존재하므로, 원자 수가 8개이다. (다)에는 이산화 탄소 분자가 4개 존재하므로, 원자 수가 12개이다. (다)는 (가)보다 원자 수가 많다.

5번

답 : ㄴ

- 실험 I의 결과를 보면, X는 온도가 낮을 때는 전류가 흐르지 않다가, 온도가 일정 수준 이상으로 올라 갔을 때 전류의 세기가 일정하게 유지된다.

- 실험 II의 결과를 보면, X는 수용액 상태에서 질량이 증가할 때, 전류의 세기도 증가하다가 일정하게 유지된다.

- 실험 I, II의 결과를 종합해 봤을 때, X는 이온 결합물질이다.

ㄱ. 펴짐성과 뽀핍성이 좋은 물질은 이온 결합 물질이다.

ㄴ. 이온 결합 물질에 힘을 가하면 부서진다.

ㄷ. 이온 결합 물질은 금속 양이온과 비금속 음이온이 결합한 물질이다.

6번

답 : ㄱ, ㄴ

ㄱ. 다이아몬드와 풀러렌은 공유 결합 물질이다.

ㄴ. 흑연의 각 탄소 판 사이의 전자들은 평면 사이를 따라 쉽게 움직일 수 있어서 흑연은 전기를 잘 통하는 물질이다.

ㄷ. 다이아몬드와 흑연의 화학식은 C이고, 풀러렌의 화학식은 C_{60} 이다. 따라서, 다이아몬드와 흑연 1몰에 포함된 원자 수는 6.02×10^{23} 개, 풀러렌 1몰에 포함된 원자 수는 $60 \times 6.02 \times 10^{23}$ 개다.

7번

답 : ㄱ

ㄱ. (가)는 화합물을 구성하는 원자의 종류가 모두 달라서, 서로 다른 부분 전하가 존재하고 쌍극자 모멘트의 벡터의 합을 구했을 때 0보다 커진다. (나)는 평면 삼각형 구조로써, 플루오린이 부분적으로 음전하를 띠고, 붕소가 부분적으로 양전하를 띤다. 하지만, 쌍극자 모멘트의 벡터의 합을 계산해 보면 0이 된다. 그러므로 옳은 선지이다.

- ㄴ. B는 공유 전자쌍 3개만을 가지고 있기 때문에 옥텟 규칙을 만족시키지 않는다.
- ㄷ. (나)에는 플루오린에 3쌍의 비공유 전자쌍이 존재하기 때문에, 총 9쌍의 비공유 전자쌍이 존재하고, (다)에는 산소에 2쌍의 비공유 전자쌍이 존재한다. 따라서, (나)가 (다)보다 많다.

8번

답 : ㄴ, ㄷ

- (가)는 프로펜(C_3H_6), (나)는 프로페인(C_3H_8), (다)는 사이클로 헥세인(C_6H_{12})이다.
- ㄱ. α 는 에텐에서 원자 간의 각도와 유사하므로 약 120° , β 는 정사면체 구조에서 원자 간의 각도와 유사하므로 약 109.5° , 그림상 수소 원자가 생략 되었지만, γ 는 탄소 원자가 네 개의 단일 결합을 하고 있는 상황, 즉, 정사면체 구조에서의 원자 간의 각도와 유사하므로 약 109.5° 이다. 따라서, α 가 제일 크고, β 와 γ 는 비슷하다.
- ㄴ. (가), (나), (다)는 모두 입체 구조이다. 탄화 수소중에 입체 구조가 아닌 것은 C_2H_4 (에텐), C_2H_2 (에타인) 정도를 꼽을 수 있다.
- ㄷ. (다)의 화학식은 C_3H_6 이므로, 탄소와 수소의 원자 수의 비는 1:2이다.

9번

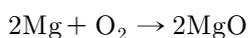
답 : ㄱ

- ㄱ. 질량수 10인 붕소의 존재비가 20%, 질량수 11인 붕소의 존재비가 80%이므로 계산식을 세워보면, $10 \times 0.2 + 11 \times 0.8 = 10.8$ 이 나온다.
- ㄴ. 동위 원소는 중성자 수의 차이로 인해, 질량수가 다른 원소이지 양성자 수는 서로 같다.
- ㄷ. ^{11}B 와 ^{10}B 을 비교해 보면, 질량수가 ^{11}B 가 더 크기 때문에, 동일한 원자 수를 갖는 조건에서 ^{11}B 의 질량이 더 크다는 것을 알 수 있다. 그러므로 질량이 동일한 상황에서는 ^{11}B 의 원자 수가 더 적을 것이다.

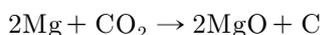
10번

답 : ㄱ, ㄴ, ㄷ

- ㄱ. (가)는 마그네슘이 연소 하였으므로, 이는 공기 중의 산소와 반응한 것이고 따라서 반응식을 써보면 다음과 같다.



- ㄴ. 불이 붙은 마그네슘은 타고 남은 Mg를 의미하고, 드라이 아이스는 CO_2 이다. 이 두 가지 물질이 반응했다고 할때, 화학 반응식을 써보면 다음과 같다.



- 따라서, 드라이아이스는 산소를 잃고 환원 되었으므로, 산화제로 작용하였다고 볼 수 있다. 산화제란 자신은 환원되면서 남을 산화 시키는 물질을 말한다. 산화 환원 반응은 동시에 일

어나므로 드라이아이스가 환원되면서 동시에 마그네슘이 산화되었다고 볼 수 있다.

ㄷ. 위의 반응식에서 탄소가 생성되므로 검은색 가루 물질은 탄소가 맞다.

11번

답 : ㄱ, ㄴ

ㄱ. $n=4$ 에서 $n=1$ 로 전자가 전이될 때, 방출되는 에너지는 자외선 영역에 해당한다. $n=4$ 에서 $n=2$ 로 전자가 전이될 때, 방출되는 에너지는 가시광선 영역에 해당한다. $n=4$ 에서 $n=3$ 으로 전자가 전이될 때, 방출되는 에너지는 적외선 영역에 해당한다. 파장을 비교해보면, 적외선 > 가시광선 > 자외선 순이므로, a에 의해 방출되는 빛의 파장이 가장 짧다.

ㄴ. a는 $n=4$ 에서 $n=1$ 로 전자가 전이될 때, 방출되는 에너지로 계산해보면 $-\frac{1312}{16} - (-\frac{1312}{1}) = 1230\text{kJ/mol}$ 이다. b는 $n=4$ 에서 $n=2$ 로 전자가 전이될 때, 방출되는 에너지로 계산해보면 $-\frac{1312}{16} - (-\frac{1312}{4}) = 246\text{kJ/mol}$ 이다. 따라서, 에너지 비는 5:1이다.

ㄷ. c는 $n=3$ 으로 전자가 전이될 때 방출되는 에너지이므로 적외선 영역에 해당한다.

12번

답 : ㄱ, ㄷ

- A는 전자가 6개이므로 탄소(C), B는 전자가 8개이므로 산소(O)이다. 따라서, 화합물 AB_2 는 이산화 탄소(CO_2)이다.

- 화합물 CB는 그림을 보면 부분 전하를 띠고 있는 것을 알 수 있고 이온 결합물질이라는 것을 짐작할 수 있다. B가 전자가 8개로 확정된 상황에서 C에게 전자 2개를 받아서 2번째 전자껍질에서 옥텟 규칙을 만족하게 된 것을 알 수 있다. 따라서, C는 전자가 10개인 마그네슘(Mg)이다.

ㄱ. CO_2 에서 탄소와 산소는 서로 다른 종류의 원소이므로 전기 음성도가 달라서 극성 공유 결합을 한다.

ㄴ. MgO를 구성하는 Mg^{2+} 와 O^{2-} 는 등전자 이온이지만 양성자 수가 다르기 때문에 유효 핵전하가 다르다.

ㄷ. 마그네슘(Mg)은 3주기 2족 원소이다.

13번

답 : ㄴ, ㄷ

- A는 제4 이온화 에너지에 비해 제5 이온화 에너지가 급격히 커지는 것으로 봤을 때, 원자가 전자가 4개인 14족 원소라는 것을 알 수 있다. 따라서, A는 규소(Si)이다.
- B는 제3 이온화 에너지에 비해 제4 이온화 에너지가 급격히 커지는 것으로 봤을 때, 원자가 전자가 3개인 13족 원소라는 것을 알 수 있다. 따라서, B는 알루미늄(Al)이다.
- ㄱ. 규소(Si)는 알루미늄(Al)보다 주기율표 상에서 오른쪽에 위치하기 때문에 금속성은 B가 A보다 더 크다.
- ㄴ. Si는 산소와 결합하여 화합물 SiO_2 를 만드는데, 이는 비금속 원소로만 이루어진 화합물 이므로 공유 결합 물질이다.
- ㄷ. B가 B^{2+} 가 되기 위해서는 전자를 두 개 잃어야 한다. 따라서, 이때 필요한 에너지는 E_1 과 E_2 의 합인 2395kJ/mol이다.

14번

답 : ㄱ, ㄴ, ㄷ

- ㄱ. COCl_2 에서 Cl의 산화수가 -1, O의 산화수가 -2이다. 한편, 화합물을 구성하는 각 원자의 산화수의 총합은 0이 되어야 하므로, C의 산화수는 +4가 된다.
- ㄴ. (가)의 CO에서 C의 산화수는 +2이다. 반응 후 C의 산화수가 +4이므로, C의 산화수가 증가하였다. 따라서, CO는 (가)에서 산화된다. (나)의 CO에서 C의 산화수는 +2이다. 반응 후 CH_3OH 에서 O의 산화수는 -2, H의 산화수는 +1이므로 C의 산화수는 -2가 된다. 즉, (나)에서 C의 산화수는 감소하므로, (나)에서는 CO가 환원된다.
- ㄷ. (다)에서 H_2O 는 산소를 잃고, H_2 가 된다. 즉, H_2O 가 환원된 것이다. 산화 환원 반응은 동시에 일어나므로, CO는 산화되었다. H_2O 가 (다)반응에서 CO를 산화시켰으므로, 산화제로 작용하였다.

15번

답 : ㄷ

- ㄴ. 아레니우스 염기란 물에 녹아 수산화 이온을 내놓는 물질을 말한다. NH_2^- 는 H_2O 과 반응해서 수산화 이온을 내놓는 것이 아니라, H^+ 와 반응하였으므로, 아레니우스 염기가 아니라 브뢴스테드-로우리 염기이다.
- ㄷ. CO_2 는 수산화 이온으로부터 비공유 전자쌍을 받아, HCO_3^- 가 되었으므로 루이스 산이다.

16번

답 : (4)

- 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 유효 핵전하가 커진다. 따라서, 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 작아진다.
- 전기 음성도는 비금속이 금속보다 크고, 주기율표에서 오른쪽 위로 갈수록 커지는 경향을 보인다.
- BC가 이온 결합물질이므로, B는 금속 원소, C는 비금속 원소라는 것을 알 수 있다. 이를 종합하면, A, B는 금속 원소, C, D는 비금속 원소이다.
(A는 리튬(Li), B는 베릴륨(Be)이고, D는 전기 음성도가 4.0이므로 플루오린(F), C는 산소(O)이다.)

- 1) 원자 반지름 수치에서 볼때, B는 A보다 원자 번호가 크다. 따라서, 원자가 전자 수는 B가 A보다 더 많다.
- 2) 제1 이온화 에너지는 일반적으로 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 커진다. 따라서, 원자 번호가 큰 산소가 리튬보다 더 크다.
- 3) 리튬과 플루오린은 이온화 될 때, 각각 1가 양이온, 음이온이므로 이온 결합 화합물을 형성할 때 AD가 된다.
- 4) 산소와 플루오린은 안정한 이온이 되었을 때, 네온(Ne)의 전자 배치와 같게 된다. 등전자 이온의 반지름을 비교할 때는, 양성자 수가 많을 수록 유효 핵전하가 커서 이온 반지름이 작아진다. 따라서, 이온 반지름은 C가 D보다 크다.
- 5) 플루오린(F)는 17족 원소이다.

17번

답 : 4

(가) 반응식: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

(나) 반응식: $\text{HCl}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

- A는 NaOH, B는 Cl₂, C는 HCl(aq)이다.

- 1) (가) 반응식에서 반응 전 Na의 산화수는 0이고, 반응 후 Na의 산화수는 +1이다. 따라서, Na의 산화수가 증가하였기 때문에, 전자를 잃어버렸다. 한편, 반응 전 H의 산화수는 +1이고, 반응 후 H의 산화수는 0이다.(H₂) 즉, Na가 잃어 버린 전자가 H로 이동했다고 생각할 수 있다. 그런데, O의 산화수는 반응 전후 -2로 일정하다. 따라서, 틀린 선지이다.
- 2) BTB 용액은 염기성 용액에서 청색을 띤다. 노란색을 띠는 경우는 산성 용액에 첨가하였을 때이다.
- 3) B는 Cl₂로, 무극성 공유결합으로 이루어져 있으며, 쌍극자 모멘트의 합을 구하면 0이다. 그러므로 무극성 분자이다.
- 4) 반응 (나)에서 HCl은 수소 이온을 내주기 때문에 브뢴스테드-로우리 산이다. 한편, 루이스의 정의는 브뢴스테드-로우리의 정의보다 폭넓은 것이기 때문에, 브뢴스테드-로우리 산인 HCl은 루이스 산이라고도 볼 수 있다. 혹은, HCl이 전자를 얻어 Cl⁻이 되기 때문에 루

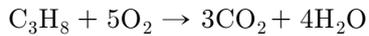
이스 산이 된다고 볼 수도 있다.

5) C는 아레니우스 산으로 pH는 7보다 작다.

18번

답 : ㄴ, ㄷ

- 문제의 상황을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



ㄱ. 몰수 = $\frac{\text{질량}}{\text{분자량}}$ 이다. 한편, 프로페인과 산소의 몰수비는 1 : 5이고, 질량비는 x : 4 이며, 분자량 비는 44 : 32 이다. 따라서, x는 1.1이다.

ㄴ. 화학 반응식에서 계수비는 몰수비와 같으므로 프로페인과 산소는 1 : 5의 몰수비로 반응한다.

ㄷ. 강철 용기의 부피와 온도가 일정한 상황에서 용기 내 압력은 기체 분자의 몰수에 비례한다. 화학 반응식을 봤을 때, 프로페인 1분자, 산소 5분자가 반응에 의해 이산화 탄소 3분자, 물 4분자가 되므로 전체 분자수가 증가하는 반응이다. 따라서, 용기 내 압력은 반응 전이 반응 후보다 크다.

19번

답 : ㄴ

ㄱ. 염화 칼슘을 채운 관의 증가한 질량을 이용해서 물질 X에 포함된 수소의 질량을 구할 수 있다. 또, 수산화 나트륨을 채운 관의 증가한 질량을 이용해서 물질 X에 포함된 이산화 탄소의 질량을 구할 수 있다.

$0.54 \times \frac{2}{18} = 0.06$, $1.32 \times \frac{12}{44} = 0.36$ 따라서, C의 질량은 0.36g, H의 질량은 0.06g이므로 C와 H의 질량비는 6 : 1이다.

ㄴ. (ㄱ)에서 구한 C, H의 질량의 합을 구하면 0.42g이다. 한편, 물질 X의 질량은 0.74g이므로 이 값들의 차가 O의 질량을 알 수 있다. 따라서, O의 질량은 0.32g이다.

몰수 = $\frac{\text{질량}}{\text{분자량}}$ 이므로, O와 H의 몰수비를 구하면, $\frac{0.32}{16} : \frac{0.06}{1} = 1 : 3$ 이다.

ㄷ. C, H, O의 몰수비를 구하면, $\frac{0.36}{12} : \frac{0.06}{1} : \frac{0.32}{16} = 3 : 6 : 2$ 이므로, X의 실험식은 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ 이다. 따라서, 실험식량은 74이다.

20번

답 : ㄱ, ㄷ

- 먼저, (가)에서 (나)로의 변화를 살펴보자.

NaOH의 부피는 50mL로 일정한데, HCl의 부피가 10mL에서 30mL로 증가하였다. 이때 물

분자의 수도 증가하였으므로, (가)에서 한계 반응물은 HCl이라는 것을 알 수 있다. 따라서, HCl 10mL에 들어있는 수소 이온의 수를 2N개라고 놓자.

- (나)에서 HCl이 30mL 있으므로, 이 용액에 들어있는 수소 이온의 수는 6N개일 것이다. 그런데, 생성된 물 분자 수가 (가)와 (나)에서 2 : 5이므로, (나)에서는 5N개의 물 분자가 생성되어야 한다. 그러므로, (나)에서는 NaOH가 한계 반응물이 된다. 따라서 50mL의 NaOH에 존재하는 수산화 이온의 수는 5N개이다.

- 즉, 10mL의 NaOH에는 나트륨 이온 N개, 수산화 이온 N개가 들어있고, 10mL의 HCl에는 수소 이온이 2N개, 염소 이온이 2N개 들어있는 것이다.

ㄱ. (나)는 나트륨 이온 5N개, 수산화 이온 5N개, 수소 이온 6N개, 염소 이온 6N개가 반응하는 상황이므로 반응 후 수산화 이온은 사라지고 수소 이온 N개가 남는다. 따라서, 산성이다.

ㄴ. (나)에서 반응 후 나트륨 이온 5N개, 수소 이온 N개가 남으므로 양이온 수는 총 6N개이다. (라)는 나트륨 이온 3N개, 수산화 이온 3N개, 수소 이온 10N개, 염소 이온 10N개가 반응하는 상황이므로 반응 후 나트륨 이온 3N개, 수소 이온 7N개가 남는다. 따라서, 양이온 수는 총 10N개이다. 따라서, (나)와 (라)에서 양이온 수의 비는 3 : 5이다.

ㄷ. (가) 용액에서는 반응 후 나트륨 이온 5N개, 수산화 이온 3N개, 염소 이온 2N개가 남고, (다) 용액에서는 반응 후 나트륨 이온 N개, 수소 이온 9N개, 염소 이온 10N개가 남는다. 혼합 용액의 부피가 같은 상황에서 이온의 수가 (다)가 (가)보다 많으므로 전기 전도율은 (다)가 (가)보다 크다.